

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS FÍSICAS Y FORMALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN DEL SISTEMA DE MONTAJE MECÁNICO DE
TANQUES PERCOLADORES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES AREQUIPA 2015**

Tesis presentada por:

THAMARA VACA ARIZALA

Para optar el título profesional de
Ingeniera Industrial

AREQUIPA – PERU

2015



DEDICATORIA

A Dios por haberme dado fortaleza y salud para cumplir con mis objetivos trazados.

A mi familia por todo el cariño y apoyo incondicional.

A todas aquellas personas que colaboraron, mediante sus valiosas opiniones en el desarrollo de esta tesis de grado.

TABLA DE CONTENIDO

CAPITULO I: GENERALIDADES	20
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
1.2 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	20
1.3 DESCRIPCIÓN DE PROBLEMA.....	20
1.4 JUSTIFICACIÓN	21
1.5 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	21
1.6 OBJETIVOS	21
1.6.1 Objetivo general.....	21
1.6.2 Objetivo específico	21
1.7 HIPÓTESIS	22
1.8 VARIABLES E INDICADOR.....	22
1.9 ALCANCES	22
1.10 PRESUPUESTO	23
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	24
2.1 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	24
2.1.1 Necesidad del tratamiento.....	24
2.1.2 Sistema de tratamiento de aguas residuales	26
2.2 TANQUE PERCOLADOR.....	27
2.3 PLANEAMIENTO- PLAN ESTRATEGICO.....	28
2.4 ESTUDIO DE TIEMPOS	29
2.4.1 Propósito de la Medición del Trabajo	30
2.4.2 Usos de la Medición del Trabajo	30
2.4.3 Procedimiento básico sistemático para realizar una Medición del Trabajo.....	31
2.4.4 Técnicas de Medición del Trabajo	32
2.4.5 ¿Qué es el estudio de tiempos?	32
2.5 GESTIÓN	33
2.6 MONTAJE.....	33

2.6.1	Planificación	34
2.6.2	Diseño Preliminar del Proyecto de Montaje	34
2.6.3	Evaluación	35
CAPÍTULO III. DIAGNÓSTICO INICIAL		36
3.1	SKANSKA DEL PERU- Latín América	36
3.2	SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE - PLANTA DE TRATAMIENTO LA ENLOZADA	37
3.3	VISTA GENERAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO ENLOZADA	38
3.4	VISTA GENERAL DEL TREN DE PROCESOS DE TRATAMIENTO	43
3.4.1	Zona Baja	43
3.4.2	Zona Alta	44
3.5	ETAPAS	49
3.5.1	Sistema Colector de Desagüe	50
3.5.2	Obras de Llegada/Instalación de SLS	51
3.5.3	Tuberías de Afluente y Efluente	51
3.6	LA PLANTA DE TRATAMIENTO EN GENERAL	51
3.7	CALIDAD DEL AGUA Y CARGAS DE CONTAMINANTES DEL AFLUENTE	52
3.7.1	Calidad de las Aguas Residuales Crudas	52
3.7.2	Requerimientos de Temperatura	53
3.8	CALIDAD DEL AGUA Y ESTÁNDARES PARA EL EFLUENTE	54
3.9	MEDICIÓN DEL CAUDAL Y MUESTREO	57
3.10	CRITERIOS DE DISEÑO	57
3.10.1	Función	63
3.10.2	Descripción de los Componentes Principales	63
3.11	ESTACIÓN DE BOMBEO DE DESAGÜE	75
3.11.1	Descripción de los Componentes Principales	75
3.12	TRATAMIENTO PRIMARIO	79
3.12.1	Función	79
3.12.2	Descripción de Componentes Principales	82
3.13	TRATAMIENTO SECUNDARIO	85
3.13.1	Función	86

3.13.2	Descripción de Componentes Principales.....	89
3.14	ESTRUCTURAS DE DERIVACIÓN DE EFLUENTES Y DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA.....	99
3.14.1	Función.....	99
3.14.2	Descripción de Componentes Principales.....	100
3.15	SISTEMA DE AGUA NO POTABLE.....	103
3.15.1	Función.....	103
3.15.2	Descripción de los Componentes Principales.....	104
3.16	SISTEMA DE CLORACIÓN.....	108
3.16.1	Función.....	108
3.16.2	Vista General del Proceso de Cloración.....	110
3.16.3	Descripción de los Componentes Principales.....	112
3.17	INSTALACIÓN DE MANEJO DE SÓLIDOS.....	120
3.17.1	Función.....	120
3.17.2	Descripción de los Componentes Principales.....	120
	CAPÍTULO IV. ESQUEMA DE TRABAJO.....	129
4.1	TANQUES PERCOLADORES.....	129
4.2	DISEÑO DE ESTRUCTURA MECANICA (PARTE 4).....	136
4.2.1	Diseño del tanque permastor.....	136
4.2.2	Componentes Accupier.....	142
4.2.3	Instalación del sistema accupier.....	144
4.2.4	Medios plasticos.....	152
	CAPÍTULO V: EJECUCIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN MECÁNICA TANQUE PERCOLADOR.....	157
5.1	CRONOGRAMAS GENERALES DE AVANCE.....	157
5.2	CRONOGRAMA GENERAL CONSTRUCCIÓN MECÁNICA.....	162
5.3	ESTUDIO DE TIEMPOS DE CONSTRUCCIÓN.....	167
5.3.1	Montaje mecánico de tanque permastor.....	167
5.3.2	Perforado.....	168
5.3.3	Recubrimiento de tanque percolador.....	169
5.3.4	Instalación de soportes.....	171

5.3.5	Estrategia para instalación de medios	174
5.3.6	Estrategia de Corte del medio, protección y contención de escombros:	178
5.4	EQUIPO NECESARIO PARA REALIZAR EL MONTAJE MECANICO	183
5.5	SEGURIDAD EN EL MONTAJE DE LOS FILTROS PERCOLADORES EN INDUSTRIA DE RIESGOS	184
5.6	EJECUCIÓN DE CONSTRUCCIÓN.....	186
5.7	CONSTRUCCION MECANICA TANQUE N° 1	188
5.7.1	Montaje de Tanque percolador 1	189
5.7.2	Recubrimiento de tanque N° 1	197
5.7.3	Montaje de soportes tanque N° 1	221
5.7.4	Montaje de filtros tanque N° 1	248
5.8	CONSTRUCCION MECANICA TANQUE N° 2.....	264
5.8.1	Montaje de Tanque percolador N°2	265
5.8.2	Recubrimiento de tanque N° 2	269
5.8.3	Montaje de soportes tanque N° 2	273
5.8.4	Montaje de filtros tanque N° 2	275
5.9	CONSTRUCCION MECANICA TANQUE N° 3.....	283
5.9.1	Montaje de Tanque percolador N°3	284
5.9.2	Recubrimiento de tanque N°3.....	285
5.9.3	Montaje de soportes tanque N° 3	289
5.9.4	Montaje de medios tanque N° 3.....	291
5.10	MONTAJE DE TANQUE PERCOLADOR N°4.....	296
5.10.1	Recubrimiento de tanque N°4.....	297
5.10.2	Montaje de soportes tanque N° 4	300
5.10.3	Montaje de filtros tanque N° 4	303
5.11	CONCLUSIONES DE EJECUCION	311
5.12	FUNCIONAMIENTO DE TANQUES PERCOLADORES	312
5.12.1	FUNCIONAMIENTO DE LOS FILTROS PERCOLADORES.....	312
5.12.2	RECOMENDACIONES OPERACIONALES	313
5.12.3	PUESTA EN MARCHA Y PARO DE FILTROS PERCOLADORES	319
5.12.4	MANTENIMIENTO MECÁNICO DE FILTROS PERCOLADORES	320

CONCLUSIONES.....	321
RECOMENDACIONES.....	322
REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA.....	¡Error! Marcador no definido.323



INDICE DE FIGURAS

Figura 2-1. Modelo De Estudio De Tiempos.	32
Figura 3-1. Terreno De Construcción.	39
Figura 3-2. Relleno Y Compactación Movimiento De Tierras De Construcción.....	40
Figura 3-3. Modelo 3d De Planta De Tratamiento De Aguas Residuales.	41
Figura 3-4. Figura Vista Panorámica De Planta De Tratamiento.	42
Figura 3-5: Diagrama De Flujo De Proceso I.....	58
Figura 3-6: Diagrama De Flujo De Proceso II.	59
Figura 3-7: Diagrama De Flujo De Proceso III.....	60
Figura 3-8: Modelo 3d De Clarificadores Primarios.....	81
Figura 3-9: Modelo 3d De Tratamiento Secundario (Tanques Percoladores).	88
Figura 3-10: Puesta En Marcha De Filtros Percoladores.	90
Figura 3-11: Modelo 3d Tratamiento Secundarios (Tanque De Sólidos, Clarificadores Secundarios).	93
Figura 3-12: Modelo 3d Edificio De Cloración Por Fuera.....	109
Figura 3-13: Modelo 3d Edificio De Cloración Por Dentro.....	111
Figura 3-14: Modelo 3d Tanque De Retención De Lodos.	121
Figura 4-1: Tanques Percoladores.....	130
Figura 4-2: Relleno Y Compactación En Tubería De 72" (Area V Hacia Area Vi Tanques Percoladores).	132
Figura 4-3: Compactación Para Armado De Acero En Losa De Filtro Percolador #3.....	133
Figura 4-4: Vaciado De Concreto En Techo De Tricking Filters (Area Vi).	133
Figura 4-5: Armado De Acero Para Canaleta De Filtro Percolador #2.....	134
Figura 4-6: Modelo 2d De Bomba Vertical.	135
Figura 4-7: Modelo 3d De Bomba Vertical.	135
Figura 4-8: Diametro De Tanque Permastor.....	136
Figura 4-9: Anclaje Al Piso De Tanque Permastor.....	137
Figura 4-10: Modelo De Numeración De Piso De Placas En Tanque Permastor, Lado Vertical Acabado Final.	139
Figura 4-11: Marco De Ventilacion De Tanque Permastor.....	139
Figura 4-12: Modelo De Ventana De Tanque Permastor.....	140
Figura 4-13: Modelo De Curva De Nivel De Construcción De Tanque Permastor.....	141
Figura 4-14: Modelo De Puerta Central De Tanque Permastor.....	141
Figura 4-15: Modelo De Instalación De Soporte.	144

Figura 4-16: Modelo De Ubicación De Soportes En Piso De Tanque Percolador.	145
Figura 4-17: Bases Soporte Y Puntales En Tanque Permastor.....	149
Figura 4-18: Modelo 2d Ubicación De Rejillas De Soporte Medias.	150
Figura 4-19: Modelo 3d De Construcción De Rejillas De Soporte De Medias	151
Figura 4-20: Modelo De 3d De Puesta De Rejillas En Columna.	151
Figura 4-21: Modelo 2d De Ubicación En Tanque De Medias De Acuerdo A Columna.....	153
Figura 4-22: Inicio De Instalación Al Centro De La Columna.	153
Figura 4-23: Figura 2d De Ubicación De Filtros 2da Capa Transversal De Ubicación.	154
Figura 4-24: Instalación De La Segunda Capa De Filtros 3da Capa Transversal.	155
Figura 4-25: Modelo De Corte 2d De Construcción De Tanque Percolador, Muestra De Medias Por Colores De Ubicación.....	156
Figura 5-1: Modelo De Montaje De Soportes	173
Figura 5-2: Parihuela Soporte De Filtros	175
Figura 5-3: Dimensiones De Pared De Caja De Corte	179
Figura 5-4: Caseta De Corte De Filtros.....	179
Figura 5-5: Plano De Ubicación De Tanques Percoladores.	187
Figura 5-6: Diseño De Contorno De Tanque Para Construcción De Tanque Permastor.....	190
Figura 5-7: Modelo De Tanque E Indicación De Pisos, Anillos A Construir.	191
Figura 5-8: Modelo De Construcción De Tanque Permastor, Indicando Unión De Placas	191
Figura 5-9: Modelo De Unión De Placas En Construcción De Tanque Permastor.	192
Figura 5-10: Modelo De Vista Vertical De Puesta De Ventanas En Tanque Permastor.	193
Figura 5-11: Ventana De Respiración De Tanque Permastor	194
Figura 5-12: Modelo Se Sellado De Borde Inferior De Unión De Concreto Con Tanque Permastor.	194
Figura 5-13: Modelo De Aplicación De Sikaflex De Tanque N° 1.....	195
Figura 5-14: Aplicación De Sika, En Contorno De Tanque, Y Vista De Perforaciones Tanque N° 1.	196
Figura 5-15: Vista De Borde Con Producto Químico Tanque N° 1.	197
Figura 5-16: Vista De Medición De Condiciones Ambientales Antes De Aplicación De Recubrimiento.	200
Figura 5-17: Vista De Medición De Condiciones Ambientales De Suelo Para Aplicación De Recubrimiento Tanque N°1	201
Figura 5-18: Vista De Medición De Espesores De Aplicación De Recubrimiento Tanque N°1	201
Figura 5-19: Vista De Aplicación De Recubrimiento Tanque N° 1.	202
Figura 5-20: Vista De Aplicación De Recubrimiento 2 Tanque N° 1.	202

Figura 5-21: Área 1 Trabajo Real Realizado De Aplicación De Recubrimiento Tanque N° 1	203
Figura 5-22: Área 2 Trabajo Real Realizado De Aplicación De Recubrimiento Tanque N° 1	203
Figura 5-23: Área 3 Trabajo Real Realizado De Aplicación De Recubrimiento Tanque N° 1	204
Figura 5-24: Área 4 Trabajo Real Realizado De Aplicación De Recubrimiento Tanque N° 1	204
Figura 5-25: Área 5 Trabajo Real Realizado De Aplicación De Recubrimiento Tanque N° 1	205
Figura 5-26: Área 5 Trabajo Real Realizado De Aplicación De Recubrimiento, Vista De Recubrimiento Malogrado Tanque N° 1	206
Figura 5-27: Área 5 Trabajo Real Realizado De Aplicación De Recubrimiento Aplicación De Área Malograda Tanque N° 1	207
Figura 5-28 Columna Trabajo Real Realizado De Aplicación De Recubrimiento Tanque N° 1	208
Figura 5-29: Área 7 Trabajo Real Realizado De Aplicación De Recubrimiento Tanque N° 1	208
Figura 5-30: Área 8 Trabajo Real Realizado De Aplicación De Recubrimiento Tanque N° 1	209
Figura 5-31: Área 9 Trabajo Real Realizado De Aplicación De Recubrimiento Tanque N° 1	209
Figura 5-32: Área 10 Trabajo Real Realizado De Aplicación De Recubrimiento Tanque N° 1	210
Figura 5-33: Canaleta Trabajo Real Realizado De Aplicación De Recubrimiento Tanque N° 1	210
Figura 5-34: Áreas De Medición De Espesores En Recubrimiento Tanque N° 1	211
Figura 5-35: Vista Real De Medición De Espesores	212
Figura 5-36: Vista Del Medidor De Espesores Y Verificación En Campo De Medición Tanque N° 1	213
Figura 5-37: Vista Del Medidor De Espesores Y Verificación En Campo De Medición Tanque N° 1	214
Figura 5-38: Áreas De Medición De Espesores 4 Cuadrantes Tanque N° 1	215
Figura 5-39: Medición Final De Espesores Área 1 Tanque N° 1	216
Figura 5-40: Medición Final De Espesores Área 2 Tanque N° 1	216
Figura 5-41: Medición Final De Espesores Área 3 Tanque N° 1	217
Figura 5-42: Medición Final De Espesores Área 4 Tanque N° 1	217
Figura 5-43: Radios De Tanque N°1	227
Figura 5-44: Medición Directa Tanque N°1.	227
Figura 5-45: Medición Directa Con Cinta Métrica De Tanque N°1	228
Figura 5-46: Modelo De Puesta De Bases Inferiores.	229
Figura 5-47: Vista De Verificación De Torqueo De Soportes Tanque N° 1.	229
Figura 5-48: Vista De Verificación De Luz En Soportes En Tanque N° 1.	230
Figura 5-49: Vista De Puesta De Soportes Inferiores Tanque N°1.	236

Figura 5-50: Vista De Nivelación De Bases, Y Trabajo Sincronizado De Puesta De Tubos Para Construcción De Soportes Tanque N° 1.....	236
Figura 5-51: Verificación De Bases Alineamiento De Acuerdo A Cuadrícula.....	237
Figura 5-52: Modelo De Instalación De Tubería.....	238
Figura 5-53: Vista De Instalación De Puntales Tanque N° 1.....	239
Figura 5-54: Vista De Pegado De Bases A Puntales Tanque N° 1.....	239
Figura 5-55: Verificación De Nivel De Puntales Tanque N° 1.....	240
Figura 5-56: Vista De Pegado De Puntales A Tapas Superiores En Construcción De Soportes Tanque N°1.....	241
Figura 5-57: Modelo De Puesta De Tapas Encima De Puntales De Pvc De 4".....	242
Figura 5-58: Vista De Pegado De Puntales A Tapas Tanque N°1.....	243
Figura 5-59: Vista De Alineamiento De Tapas Encima De Puntales Tanque N°1.....	243
Figura 5-60: Nivelación De Tapas O Pilares Tanque N° 1.....	244
Figura 5-61: Modelo De Ubicación De Frp, De Acuerdo A Columna.....	245
Figura 5-62: Detalle De Ubicación De Frp.....	245
Figura 5-63: Vista De Montaje De Frp En Tanque N° 1.....	246
Figura 5-64: Modelo De Esquinas De Frp, Para Realizar Corte De Esquinas.....	247
Figura 5-65: Vista De Corte De Esquinas De Frp De Acuerdo A Modelo Mostrado En Tanque N°1.....	247
Figura 5-66: Modelo De Ubicación Montaje De Filtros Capa 1.....	254
Figura 5-67: Modelo Y Tabla De Colores A Utilizar En Montaje De Tanques Percoladores.....	255
Figura 5-68: Vista De Entrada De Primera Jaula Capa 1 En Tanque N°1.....	255
Figura 5-70: Vista De Apilamiento De Filtros De Primera Jaula En Tanque N°1.....	256
Figura 5-71: Vista De Montaje Capa 1 De Medios (Filtros) Tanque N°1.....	257
Figura 5-72: Vista De Montaje De Medios (Filtros) Empezando De La Columna Al Final Tanque N°1.....	258
Figura 5-73: Vista De Montaje De Medios (Filtros) Intercambio Del Yugo A La Jaula Vacía Tanque N°1.....	258
Figura 5-74: Vista De Montaje De Medios (Filtros) Corte De Filtros Para Esquinas Tanque N°1.....	259
Figura 5-75: Vista De Montaje De Medios (Filtros) Empezando De La Columna Al Final Vista Escalonada Y Vista Terminado Tanque N°1.....	260
Figura 5-76: Modelo De Colocación De Filtros, Paralelos Entrelazados.....	261
Figura 5-77: Vista De Montaje De Medios (Filtros) Capas Superiores Y Protección De Filtros En Montaje Tanque N°1.....	261
Figura 5-78: Vista De Montaje De Medios (Filtros) Modo Escalonado Capas Superiores Tanque N°1.....	262
Figura 5-79: Vista De Montaje De Medios (Filtros) Vista De Izaje De Jaula Tanque N°1.....	263

Figura 5-80: Modelo De Montaje Por Andamios De Tanque Permastor.	267
Figura 5-81: Observaciones De Errores De Montaje De Tanque N°2.	268
Figura 5-82: Observaciones De Corrección De Error De Montaje De Tanque N°2.	269
Figura 5-83: Modelo Indicado Para Avance De Recubrimiento De Cobertura Tanque N°2.	272



INDICE DE TABLAS

Tabla 1-1 Variables E Indicadores.....	22
Tabla 2-1. Tipos De Aguas Residuales	26
Tabla 2-2. Etapas Para La Medición Del Trabajo.	31
Tabla 3-1. La Planta De Tratamiento Enlozada Consta De Los Siguientes Procesos Unitarios:.....	39
Tabla 3-2. Etapas De Construcción.....	49
Tabla 3-3: Comparación De Las Etapas.....	50
Tabla 3-4: Parámetros De Diseño Del Afluente De La Planta De Tratamiento	54
Tabla 3-5: Límites Máximos Permisibles Peruanos Para Efluentes De La Planta De Tratamiento (Lmp)	55
Tabla 3-6: Muestra Los Estándares Norteamericanos Típicos Para Tratamiento Secundario.....	55
Tabla 3-7: Límites Propuestos Para El Efluente De La Planta De Tratamiento Enlozada	56
Tabla 3-8 Criterios De Afluente Y Efluente.	61
Tabla 3-9: Criterios De Tolerancia Filtros Percoladores.....	62
Tabla 3-10: Componentes Principales Tratamiento Control De Olores	73
Tabla 3-11: Referencias De Los Componentes Del Proceso De La Sls	75
Tabla 3-12: Referencias De Los Componentes Del Proceso De La Instalación De Tratamiento Primario	79
Tabla 3-13: Referencias De Los Componentes Del Proceso De La Instalación De Tratamiento Secundario	86
Tabla 3-14. Referencias De Los Componentes De La Estructura De Derivación De Efluentes.	99
Tabla 3-15. Referencias De Los Componentes Del Proceso De La Estación De Bombeo De Npw.	103
Tabla 3-16: Referencias De Los Componentes Del Sistema De Cloración.....	108
Tabla 4-1:Ficha Tecnica Tanque Percolador.....	130
Tabla 4-2: Parámetros Normales De Operación.....	131
Tabla 4-3: Espesores De Lamina Por Piso Del Tanque Permastor	138
Tabla 4-4: Orientacion De Tanque De Acuerdo A Las Placas De Acero.....	140
Tabla 4-5: Cantidad Estimada De Materiales.....	148
Tabla 5-1: Cálculo De Peso Jaula Carguío De Medios Jaula De 80 Filtros	177
Tabla 5-2: Memoria De Cálculo Para Yugo De Jaula.	178
Tabla 5-3: Comparación De Fechas De Entrega Real Con Entrega Vs Fecha De Término De Los 4 Tanques.	310
Tabla 5-4: Comparación De Fechas De Entrega Real Con Entrega Vs Fecha De Término De Los 4 Tanques.	311

INDICE DE PLANEAMIENTO CONTRUCCION TANQUE PERCOLADOR

Construcción 5-1: Cronograma General 1 Construcción Tanque Percolador	158
Construcción 5-2: Cronograma General 2 Construcción Tanque Percolador	159
Construcción 5-3: Cronograma General 3 Construcción Tanque Percolador	160
Construcción 5-4: Cronograma General 4 Construcción Tanque Percolador.	161
Construcción 5-5: Cronograma General Construcción Mecánica Tanque Percolador Tf N°03	163
Construcción 5-6: Cronograma General Construcción Mecánica Tanque Percolador Tf N°04	163
Construcción 5-7: Cronograma General Construcción Mecánica Tanque Percolador Tf N°01	164
Construcción 5-8: Cronograma General Construcción Mecánica Tanque Percolador Tf N°02	164
Construcción 5-9: Cronograma De Planeamiento General, Tanques Sincronizados.....	165
Construcción 5-10: Cronograma De Planeamiento De Fecha De Entrega De Tanques Percoladores.....	166
Construcción 5-11: Estudio De Tiempos Planeamiento Esperado De Montaje De Placas Al Día	167
Construcción 5-12: Estudio De Tiempos Planeamiento Esperado De Perforado De Tanques	168
Construcción 5-13: Estudio De Tiempos De Planeamiento Esperado De Aplicación De Recubrimiento.....	170
Construcción 5-14: Diseño De Planeamiento Esperado Por Áreas De Aplicación De Recubrimiento.	171
Construcción 5-15: Estudio De Tiempos Planeamiento Esperado De Instalación De Soportes.....	174
Construcción 5-16: Estrategia De Carguío Por Medio De Jaulas De 80 Unidades De Filtros	176
Construcción 5-17: Estrategia De Carguío Por Medio De Jaulas De 64 Unidades De Filtros	176
Construcción 5-18: Estrategia De Diseño De Yugo Para Carguío De Jaula De Filtros	177
Construcción 5-19: Estrategia De Maniobra De Izaje De Módulos En Tanque Percolador.....	180
Construcción 5-20: Rigging Plan De Montaje De Filtros.	181
Construcción 5-21: Estudio De Tiempos Planeamiento Esperado De Montaje De Medias (Filtros).	182
Construcción 5-22: Estudio De Tiempos Planeamiento Esperado Equipos Necesario De Instalación De Soportes	183
Construcción 5-23: Cronograma De Planeamiento General Tanque Percolador N° 1.	188
Construcción 5-24: Planeamiento Esperado Vs Resultado Real Montaje De Tanque N°1	189
Construcción 5-25: Resultado Real Aplicación De Recubrimiento Tanque N°1.	198
Construcción 5-26: Resultado Real Control De Avance Por Día De Aplicación De Recubrimiento Tanque N°1.....	199
Construcción 5-27: Áreas Trabajadas Finales En Aplicación De Recubrimiento Tanque N°1.....	200
Construcción 5-28: Medición De Espesores Por Área Pintada Tanque N°1	212
Construcción 5-29: Medición De Espesores Por Cuadrante De Área Tanque N°1.	218
Construcción 5-30: Curva De Comparación De Trabajo Planeado Vs Trabajo Real En La Aplicación De Recubrimiento Tanque N° 1.....	219
Construcción 5-31: Cronograma Critico De Avance N°1.	220

Construcción 5-32: Determinación De Cantidad De Tubería Tanque N° 1.	221
Construcción 5-33: Determinación De Altura De Acuerdo A Lugar De Ubicación De Puntales En Tanque, Determinación De Tubería A Utilizar Por Tanque.	223
Construcción 5-34: Estudio De Tiempos Planeamiento Critico De Montaje De Soportes Tf N°1.....	225
Construcción 5-35: Planeamiento Esperado Vs Resultado Real Montaje De Soportes Tanque N°1..	226
Construcción 5-36: Estrategia Leyenda De Cuadro De Verificación De Montaje De Bases.	230
Construcción 5-37: Estrategia Cuadro De Verificación De Montaje De Bases Parte 1 Tanque N°1.	231
Construcción 5-38: Estrategia Cuadro De Verificación De Montaje De Bases Parte 2 Tanque N°1.	232
Construcción 5-39: Estrategia Cuadro De Verificación De Montaje De Bases Parte 3 Tanque N°1.	233
Construcción 5-40: Estrategia Cuadro De Verificación De Montaje De Bases Parte 4 Tanque N°1	234
Construcción 5-41: Estrategia Cuadro De Verificación De Montaje De Bases Parte 5 Tanque N°1.	235
Construcción 5-42: Cronograma Critico De Avance N°2.	249
Construcción 5-43: Estudio De Tiempos Planeamiento Critico De Montaje De Medios (Filtros) Tf N°1.....	251
Construcción 5-44: Estudio De Tiempos Planeamiento Critico De Equipos Montaje De Medios (Filtros) Tf N°1	252
Construcción 5-45: Resultado Real Montaje De Medios (Filtros) Tanque N°1	253
Construcción 5-46: Tanque N° 1 Terminado.	263
Construcción 5-47: Cronograma De Planeamiento General Tanque Percolador N° 2.	264
Construcción 5-48: Planeamiento Esperado Vs Resultado Real Montaje De Tanque Permastor N°2.	266
Construcción 5-49: Resultado Real Aplicación De Recubrimiento Tanque N°2.	270
Construcción 5-50: Resultado Real Control De Avance Por Día De Aplicación De Recubrimiento Tanque N°2.....	270
Construcción 5-51: Áreas Trabajadas Finales En Aplicación De Recubrimiento Tanque N°2.	271
Construcción 5-52: Estudio De Tiempos Planeamiento Critico De Montaje De Soportes Tf N°2.....	273
Construcción 5-53: Planeamiento Esperado Vs Resultado Real Montaje De Soportes Tanque N°2.	274
Construcción 5-54: Fechas De Entrega De Filtros Para Montaje Por Contratista.	275
Construcción 5-55: Estudio De Tiempos Planeamiento Critico De Montaje De Medias (Filtros) Tf N°2.....	277
Construcción 5-56: Estudio De Tiempos Planeamiento Critico De Equipos De Montaje De Medios (Filtros) Tf N°2.	278
Construcción 5-57: Estudio De Tiempos N° 2 Planeamiento Crítico De Montaje De Medias (Filtros) Tf N°2.	279
Construcción 5-58: Estudio De Tiempos Planeamiento Critico N° 2 Equipos De Montaje De Medios (Filtros) Tf N°2.	280
Construcción 5-59: Resultado Real Montaje De Medios (Filtros) Tanque N°2.	280

Construcción 5-60: Cronograma Critico De Avance N°3, Cronograma De Recuperación.	282
Construcción 5-61: Cronograma De Planeamiento General Tanque Percolador N° 3.	283
Construcción 5-62: Planeamiento Esperado Vs Resultado Real Montaje De Tanque Permastor N°3.	284
Construcción 5-63: Resultado Real Aplicación De Recubrimiento Tanque N°3.	285
Construcción 5-64: Resultado Real Control De Avance Por Día De Aplicación De Recubrimiento Tanque N°3.....	286
Construcción 5-65: Áreas Trabajadas Finales En Aplicación De Recubrimiento Tanque N°3.....	287
Construcción 5-66: Modelo Indicado Para Avance De Recubrimiento De Cobertura Tanque N°3.....	288
Construcción 5-67: Estudio De Tiempos Planeamiento Critico De Montaje De Soportes Tf N°3.....	289
Construcción 5-68: Planeamiento Esperado Vs Resultado Real Montaje De Soportes Tanque N°3.	290
Construcción 5-69: Estudio De Tiempos Planeamiento Critico De Montaje De Medios (Filtros) Tf N°3.....	291
Construcción 5-70: Estudio De Tiempos Planeamiento Critico De Equipos Para Montaje De Medios (Filtros) Tf N°3.....	292
Construcción 5-71: Resultado Real Montaje De Medios (Filtros) Tanque N°3.....	293
Construcción 5-72: Vista De Tanque N°1, 2, 3 Terminado.	294
Construcción 5-73: Cronograma De Planeamiento General Tanque Percolador N° 4.	295
Construcción 5-74: Planeamiento Esperado Vs Resultado Real Montaje De Tanque Permastor N°4.	296
Construcción 5-75: Resultado Real Aplicación De Recubrimiento Tanque N°4.....	297
Construcción 5-76: Resultado Real Control De Avance Por Día De Aplicación De Recubrimiento Tanque N°4.....	298
Construcción 5-77: Áreas Trabajadas Finales En Aplicación De Recubrimiento Tanque N°4.....	299
Construcción 5-78: Modelo Indicado Para Avance De Recubrimiento De Cobertura Tanque N°4.....	300
Construcción 5-79: Estudio De Tiempos Planeamiento Critico De Montaje De Soportes Tf N°4.....	301
Construcción 5-80: Planeamiento Esperado Vs Resultado Real Montaje De Soportes Tanque N°4.	302
Construcción 5-81: Vista De Montaje De Filtros Tanque N°4 (2 Gruas).	304
Construcción 5-82: Estudio De Tiempos Planeamiento Critico De Montaje De Medios (Filtros) Tf N°4.....	305
Construcción 5-83: Estudio De Tiempos Planeamiento Critico De Equipos De Montaje De Soportes Tf N°4.....	306
Construcción 5-84: Resultado Real Montaje De Medios (Filtros) Tanque N°4.....	306
Construcción 5-86: Vista Final De Construcción De Tanques Percoladores Construidos.	308
Construcción 5-87: Modelo De Puesta De Filtros Para Caída En Roció.....	309

INTRODUCCIÓN

En una época marcada por la globalización y la competencia uno de los pilares básicos en lo que destaca la competitividad, el éxito de una compañía es en su capacidad para gestionar de manera eficiente su producción dentro de ellos gestionar el trabajo de sus empleados.

En las empresas de construcción a gran escala lo que se genera es la necesidad de llegar al objetivo, en el tiempo pactado de entrega, en el menor tiempo posible y teniendo los mínimos contratiempos para mostrar eficiencia gestionando la construcción de un proyecto.

Por ello es que se generan estrategias de gestión para cumplir con el resultado, se genera un planeamiento estratégico de construcción, el problema radica en desconocimiento del trabajo a realizar por los empleados, falta de material en el momento esperado, demora por falta de equipos, esto generando días en contra de entrega del trabajo, es en este momento que se necesita generar una estrategia de construcción un planeamiento crítico de trabajo, para cumplir con el planeamiento principal y cumplir con las fechas de entrega pactadas

Skanska del Perú, Es una empresa que se caracteriza por mostrar mucha eficiencia en la construcción de proyectos a gran escala, esta empresa es contratada por Sociedad Minera Cerro Verde para la construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, siendo un verdadero reto cumplir con las fechas de entrega pactadas por el cliente directo SMCV, este estudio se basa principalmente en la construcción Mecánica de los Tanques Percoladores, dentro de la Planta de Tratamiento, como este es un trabajo nuevo para los trabajadores ya que no hay ninguno de tal tamaño, magnitud, y cantidad de componentes, genera siendo un reto construirlo y terminarlo en las fechas de entrega pactadas, es por ello que se generan estudios de personal, estudios de tiempos para realizar este trabajo con eficiencia.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es desarrollar la construcción mecánica de los Tanques Percoladores, gestionar formas de trabajo para cumplir con un objetivo, con el propósito de entregar la construcción de manera eficiente y en las fechas pactadas.

CAPITULO I: Se enfoca sobre el diseño de la investigación, basándose sobre los principales puntos como la formulación justificación, objetivo general, haciendo énfasis en la metodología de investigación para tener una imagen clara del tema de investigación.

CAPÍTULO II. El MARCO TEÓRICO en esta sección principalmente se muestra que es tratamiento de aguas residuales, planeamiento estratégico, gestión y estudio de tiempos y montaje.

CAPÍTULO III. El DIAGNÓSTICO INICIAL, en esta sección se muestra cómo será el desarrollo de la planta de tratamiento de aguas y la importancia de los tanques percoladores dentro de la planta de tratamiento.

CAPÍTULO IV. El ESQUEMA DE TRABAJO, en esta sección se muestra en que consiste de donde empieza y termina la parte de construcción mecánica de los Tanques Percoladores.

CAPÍTULO V: EJECUCIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN MECÁNICA TANQUE PERCOLADOR, en esta sección se muestra la ejecución real de trabajo, las estrategias de planeamiento para cumplir con los objetivos.

ABSTRACT

The objective of this work is to develop the mechanical construction of trickling Tanks, manage ways of working to achieve a purpose, in order to deliver efficiently and construction in the agreed dates.

CHAPTER I. Focuses on research design, based on the main points as the formulation justification, overall objective, emphasizing research methodology to have a clear picture of the research topic.

CHAPTER II. THE THEORETICAL FRAMEWORK in this section is mainly shown that wastewater treatment, strategic planning, management and study times and assembly.

CHAPTER III. THE INITIAL DIAGNOSIS, this section shows what the development of the water treatment plant and the importance of trickling tanks inside the treatment plant.

CHAPTER IV. THE SCHEME OF WORK in this section shows that is where it begins and ends the mechanical construction of trickling tanks.

CHAPTER V. IMPLEMENTATION OF THE MECHANICAL CONSTRUCTION TANK PERCOLATOR in this section the actual execution of work is shown, planning strategies to meet the goals.

CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Mediante la planificación y gestión del sistema de montaje mecánico de tanques percoladores se culminará en las fechas establecidas por el cliente?

1.2 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

La empresa pertenece al sector de la construcción de proyectos a gran escala, la presente investigación se basa en el montaje mecánico de tanques percoladores en la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales en la SMCV.

La construcción de esta planta de tratamiento de aguas residuales es aprovechar el recurso y brindar agua a la población de Arequipa.

El análisis se realizará para cumplir con los cronogramas establecidos por el cliente SMCV y supervisados por FLUOR (SMI), este proyecto cuenta con un contrato por cumplimiento de metas en fechas establecidas, por lo tanto se deberá gestionar de forma eficiente.

1.3 DESCRIPCIÓN DE PROBLEMA

Existen factores que generan retrasos en la planificación establecida, dificultando la producción continua.

El desarrollo de las actividades de los montajistas con inexperiencia en maniobras, desconocimiento del proyecto y trabajo a realizar. Estas actividades son nuevas para ellos.

La entrega tardía de recursos necesarios para el montaje, a cargo del cliente.

El incumplimiento de cronogramas de la empresa encargada del recubrimiento de base de concreto de los tanques, a cargo del cliente.

1.4 JUSTIFICACIÓN

La realización de la planeación y gestión de del sistema de montaje mecánico de tanques percoladores, proporciona a la empresa una herramienta eficiente para la realización del montaje mecánico y así entregarlo dentro de la fecha establecida con el cliente.

1.5 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación es de tipo DESCRIPTIVA – EXPERIMENTAL, al diagnosticar, caracterizar, aplicar y evaluar la planificación y gestión del sistema de montaje mecánico en base al tiempo de entrega.

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 Objetivo general

Presentar la planificación y gestión del sistema de montaje mecánico de tanques percoladores para la construcción de planta de tratamiento de aguas residuales

1.6.2 Objetivo específico

- Realizar un diagnóstico inicial.
- Definir el esquema de trabajo.
- Presentar la ejecución de la construcción mecánica de tanques percoladores.

1.7 HIPÓTESIS

Es factible, que al presentar la planificación y gestión del sistema de montaje mecánico de tanques percoladores para la construcción de planta de tratamiento de aguas residuales se cumpla con la fecha de entrega establecida por el cliente.

1.8 VARIABLES E INDICADOR

Tabla 1-1 Variables e indicadores

VARIABLES		INDICADOR
<i>Variable Independiente</i>	Planificación y gestión	Días de retraso
<i>Variable Dependiente</i>	Tiempo de entrega	Días de retraso

Fuente y elaboración: Propia

1.9 ALCANCES

¿Qué se quiere hacer?

- Realizar la planificación y gestión del sistema de montaje mecánico de tanques percoladores para la construcción de planta de tratamiento de aguas residuales.

¿Dónde se va a realizar el estudio?

- Sociedad Minera Cerro Verde – Arequipa - Perú

¿Cuánto tiempo va a demorar el estudio?

- 5 Meses

1.10 PRESUPUESTO

El costo de la tesis será de 2000 soles costo que será para subvencionar los recursos utilizados como material de investigación, costo de toma de resultados, materiales de trabajo.



CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Para este estudio es importante profundizar principalmente dos disciplinas, es fundamental el estudio del proceso del tratamiento de aguas residuales, y principalmente la función dentro de todo el proceso de los tanques percoladores y proceso de circulación de agua, el entendimiento del proceso de la eliminación biológica de las aguas residuales paralelamente a esto se deben de aplicar técnicas de programación de montaje, planeamiento y gestión y el estudio de tiempos para generar indicadores que nos muestren la situación de avance .

2.1 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

2.1.1 Necesidad del tratamiento

El acceso al saneamiento y depuración de aguas residuales es una aspecto de suma importancia tanto desde el punto de vista ambiental como sanitario, el agua, origen y base de la vida, se a consolidado para cualquier alternativa de futuro, los seres vivos, para vivir y para realizar sus actividades necesitan este recurso vital sobre esta necesidad se a destacado ideas y acciones para su control y dominio, su necesidad y su multiplicidad de usos generan conflictos entre varios sectores y intereses de la sociedad.

La contaminación, la pobreza, la sequía el tratamiento inadecuado de los desechos esto amenaza a la salud publica causando enfermedades como el cólera.

El agua y su calidad es muy importante debido a la necesidad se realiza la construcción de canales cerrados y conductos esto para el transporte de aguas servidas y alejamiento de las zonas urbanas, el almacenamiento continuo su expansión en mayores cantidades, esto fue importante solucionando un problema el de la epidemia causada por las

aguas contaminadas, esto genero el problema de cómo se trataría el agua para que este sea más limpia.

Con el crecimiento de las industrias, la minería y la productividad se aumentó el consumo de agua generando más agua contaminada y teniendo la facilidad de salida de aguas residuales esto trajo un rápido crecimiento en el impacto de los sistemas acuáticos, y modificando su ecosistema, esto genera el problema de la necesidad del tratamiento de aguas. A fines del siglo XIX se descubrió el efecto en los causes, salida de aguas residuales estancadas, la preocupación final fue mejorar el aspecto físico, empezando con el sistema de filtrado y sedimentación de aguas a los continua con el tratamiento químico.

La utilización de filtros percoladores permite que los microorganismos se apegan al medio del lecho y forman capas biológicas a medida que corre más agua por este sistema los microorganismos digieren y eliminan los contaminantes del agua el primer tanque de filtro percolador se puso en funcionamiento en Inglaterra en 1893, y este nació del uso de filtros de contacto que eran estanques impermeables rellenos de piedra machacada, y este en su funcionamiento era llenado de aguas residuales desde la parte superior y este descendía por un corto tiempo, este se dejaba reposar y se repetía el ciclo, un duraba 12 horas y 6 horas de reposo, en la actualidad un filtro percolador moderno es formado por un medio permeable al que se adhiere microorganismos a través del cual se filtra el agua residual, la innovación más reciente es la utilización de medios filtrantes de plásticos el lecho del filtro el tanque es en la mayoría circular y el líquido a tratar es rociado por distribuidores giratorios como un sistema de ducha, cada filtro posee un sistema de desagüe inferior para recoger el líquido tratado y los sólidos biológicos que se hayan separado del medio.

2.1.2 Sistema de tratamiento de aguas residuales

La trazabilidad de las aguas residuales consiste en una secuencia de procesos que dependen del tipo de agua a tratar de las características del grado de purificación requerido según los niveles de contaminación permitidos.

Tabla 2-1. Tipos de aguas residuales

	CONCEPTOS	TIPOS
AGUAS RESIDUALES URBANAS	Líquidos procedentes de actividad humana que llevan en su composición gran parte de agua, contaminación de núcleos urbanos, agua procedente de servicios domésticos, aguas pluviales. Las características de cada vertido urbano van a depender del núcleo de población en el que se genere, influyendo parámetros tales como el número de habitantes, la existencia de industrias dentro del núcleo, tipo de industria, etc.	Aguas negras fecales.
		Aguas de lavado domésticos.
		Aguas de lavado doméstico.
		Aguas procedentes del sistema de drenaje de calles y avenidas.
		Aguas de lluvia y lixiviados (lugar donde se acumula basura orgánica, agua de residuos orgánicos en estado de descomposición)
AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES	Proceden de cualquier actividad o negocio en cuyo proceso de producción, transformación o manipulación se utilice el agua. Es variables en cuanto a caudal y composición, difiriendo las características de los vertidos, no sólo de una industria a otra, sino también dentro de un mismo tipo de industria. Estas son más contaminadas que las aguas residuales urbanas, además, con una contaminación mucho más difícil de eliminar. Su alta carga hace que el tratamiento de las aguas residuales industriales sea complicado, siendo preciso un estudio específico para cada caso.	

Fuente: (M., 1994)

A comienzos del siglo XX, algunas ciudades e industrial empezaron a reconocer que el vertido directo de los desechos provoca problemas sanitarios, esto lleva a la construcción de instalaciones de depuración, en aquellos mismos años se introdujo la fosa séptica como mecanismo para el tratamiento de aguas residuales domesticas tanto en las áreas suburbanas como las rurales, desde la década de 1970 se ha generalizado en el mundo industrializado la

cloración un paso más adentro del tratamiento químico con el objetivo de desinfectar el agua y hacerla más apta para el consumo humano.

“La cantidad total de agua que existe en la tierra, en sus tres fases (sólida, líquida y gaseosa) siguen un ciclo constante (evaporación, precipitación, infiltraciones, salida al mar) un ciclo cerrado y regreso al mar, regresar en forma sólida o líquida.” (E., 1985, P-120).

Controlar la contaminación de las aguas es importante para la continuidad del equilibrio entre el hombre y el medio en el cual vive ya que es un recurso vital y la prevención, la eliminación de la contaminación es una necesidad prioritaria por el consumo masivo de este recurso por eso la construcción de plantas de tratamiento estas se encargan de reducir la contaminación hasta niveles que sea aceptada por la naturaleza.

El tratamiento de aguas residuales consiste en la secuencia de procesos básicamente en una serie de tratamientos previos, primarios, secundarios, y terciarios y cuaternarios.

los tratamientos previos y primarios tienen la finalidad de preparar el efluente para tratamientos posteriores, estabilizar el caudal y ajustar el pH

2.2 TANQUE PERCOLADOR

El filtro percolador es una cama de grava de piedra o un medio plástico sobre el cual se rocían las aguas negras pre tratadas, agua que a pasado por procesos antes en clarificadores de sedimentación . En este sistema de filtro percolador, los microorganismos se apegan al medio del lecho y forman una capa, una película biológica sobre éste, esta película hace que el agua pase y se peguen los contaminantes y al caer el agua cae más limpia. A medida que las aguas negras se percolan por el medio, los microorganismos digieren y eliminan los contaminantes bacterias del agua.

Cada sistema de filtro percolador tiene varios componentes:

- Un tanque séptico, que elimina los sólidos que se asientan y flotan de las aguas negras.
- Un tanque de dosificación/ clarificador. Es un tanque de hormigón o de fibra de vidrio que permite que los materiales biológicos se sedimenten del agua. También tiene una bomba para dosificar el agua por encima del filtro como modo de rocío.
- Un filtro percolador. Es un tanque con algún tipo medio, ya sea de grava o de material plástico. Las aguas negras se distribuyen sobre el medio y fluyen hacia abajo a través de la superficie del medio en una capa fina. Luego, sale por abajo del tanque y fluye hacia el tanque de dosificación, los clarificador permite que los materiales biológicos se sedimenten del agua. También tiene una bomba para dosificar el agua por encima del filtro.

2.3 PLANEAMIENTO- PLAN ESTRATEGICO

El plan estratégico es la estrategia a seguir por su medio plazo. Por ello, un plan estratégico se establece generalmente con una vigencia a corto o largo tiempo. La definición estricta de plan estratégico indica que éste debe marcar las directrices para el alcance de las aspiraciones a conseguir o lo que se quiere alcanzar.

Por tanto, y en contraposición al plan director, un plan estratégico es cuantitativo, manifiesto y temporal, esto es según el plan trazado lo que quiero alcanzar con ese plan, Es cuantitativo porque indica los objetivos numéricos. Especifica unas políticas y unas líneas de actuación para conseguir esos objetivos.

Temporal: Porque establece unos intervalos de tiempo, concretos y explícitos, que deben ser cumplidos para que la puesta en práctica del plan sea exitosa.

Objetivos numéricos y temporales, no son válidos los objetivos del tipo "Maximizar las ventas de este año", ya que estos no especifican una cifra y una fecha. "Lo correcto sería, por ejemplo, un objetivo del tipo: "Conseguir que las ventas asciendan a 100.000 € antes de diciembre del presente ejercicio", O terminar con mi producción establecida este año para poder generar ganancias." (PBWORKS)

Nuestro objetivo será, cumplir con mis fechas de entrega de construcción para poder recibir el pago entero por no tener retraso y generar un premio de obra de entrega debo plantear mis estrategias para no generar retraso y cumplir con mis metas establecidas

Suele ser común, en el ámbito de los negocios, complementar un plan estratégico empresarial con uno o varios planes operativos. "Existe consistencia estratégica cuando las acciones de una organización son coherentes con las expectativas de la Dirección, y éstas a su vez lo son con el mercado y su entorno de avance". (Homburgas, 1992)

2.4 ESTUDIO DE TIEMPOS

Antes que nada vale la pena aclarar que los términos Estudio de Tiempos y Medición del Trabajo no presentan igual significado.

"La Medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida" (Ingeniería Industrial Online, 2013)

De la anterior definición es importante centrarse en el término "Técnicas", porque tal como se puede inferir no es solo una, y el Estudio de Tiempos es una de ellas.

2.4.1 Propósito de la Medición del Trabajo

El ciclo de tiempo del trabajo puede aumentar a causa de un mal diseño del producto, un mal funcionamiento del proceso o por tiempo improductivo imputable a la dirección o a los trabajadores. “**El Estudio de Métodos** es la técnica por excelencia para minimizar a cantidad de trabajo, eliminar los movimientos innecesarios y substituir métodos”¹ (Pearson, 2000)

“La medición del trabajo a su vez, sirve para investigar, minimizar maximizar y eliminar **el tiempo muerto o improductivo**, es decir, el tiempo durante el cual no se genera avance o valor agregado” (Ingeniería Industrial Online, 2013).

Una función adicional de la Medición del Trabajo es la fijación de tiempos estándar (tiempos tipo) de ejecución, por ende es una herramienta complementaria.

Así como en el estudio de métodos, en la medición del trabajo es necesario tener en cuenta una serie de consideraciones humanas que nos permitan realizar el estudio de la mejor manera, estas técnicas al principio se aplicaron con el objetivo de reducir el tiempo improductivo imputable al trabajador.

2.4.2 Usos de la Medición del Trabajo

En el proceso de fijación de los tiempos estándar quizá sea necesario emplear la medición para:

- Comparar la eficacia de varios métodos, los cuales en igualdad de condiciones el que requiera de menor tiempo de ejecución será el óptimo.
- Repartir el trabajo dentro de los equipos, con ayuda de diagramas de actividades múltiples. Con el objetivo de efectuar un balance de los procesos.

- Determinar el número de máquinas que puede atender un operario.
- Una vez el tiempo estándar (tipo) se ha determinado, este puede utilizarse para:
- Obtener la información de base para el programa de producción..

Obtener información que permita controlar los costos de la mano de obra (incluso establecer planes de incentivos) y mantener costos estándar.

2.4.3 Procedimiento básico sistemático para realizar una Medición del Trabajo

Las etapas necesarias para efectuar sistemáticamente la medición del trabajo son:

Tabla 2-2. Etapas para la medición del trabajo.

SELECCIONAR	El trabajo que va a ser objeto de estudio.
REGISTRAR	Todos los datos relativos a las circunstancias en que se realiza el trabajo, a los métodos y a los elementos de actividad que suponen.
EXAMINAR	Los datos registrados y el detalle de los elementos con sentido crítico para verificar si se utilizan los métodos y movimientos más eficaces, y separar los elementos improductivos o extraños de los productivos.
MEDIR	La cantidad de trabajo de cada elemento, expresándola en tiempo, mediante la técnica más apropiada de medición del trabajo.
COMPILAR	El tiempo estándar de la operación previendo, en caso de estudio de tiempos con cronómetro, suplementos para breves descansos, necesidades personales, etc.
DEFINIR	Con precisión la serie de actividades y el método de operación a los que corresponde el tiempo computado y notificar que ese será el tiempo estándar para las actividades y métodos especificados.

Fuente: (Ingeniería Industrial Online, 2013)

Estas etapas deberán seguirse en su totalidad cuando el objetivo de la medición sea fijar tiempos estándar (tiempos tipo).

2.4.4 Técnicas de Medición del Trabajo

Cuando mencionábamos que el término Medición del Trabajo no era equivalente al término Estudio de Tiempos, nos referíamos a que el Estudio de Tiempos es tan solo una de las técnicas contenidas en el conjunto "Medición".



Figura 2-1. Modelo de estudio de tiempos.

Fuente: (Ingeniería Industrial Online, 2013)

- Muestreo del Trabajo
- Estimación Estructurada
- Estudio de Tiempos
- Normas de Tiempo Predeterminadas
- Datos Tipo

2.4.5 ¿Qué es el estudio de tiempos?

Las técnicas que se emplean en la medición del trabajo la más importante es el **Estudio de Tiempos**, o por lo menos es la que más nos permite confrontar la realidad de tiempo de realización de un trabajo a realizar la medición de una actividad.

"El Estudio de Tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida" (Ingeniería Industrial Online, 2013).

2.5 GESTIÓN

Se denomina gestión al correcto manejo de los recursos de los que dispone una determinada organización. El término gestión puede abarcar una larga lista de actividades, pero siempre se enfoca en la utilización eficiente de estos recursos, en la medida en que debe maximizarse sus rendimientos. (Dominguez, 2006)

El primer punto a considerar es la gestión dentro de un agente económico de primera relevancia, como es la empresa. En esta existe personal especializado para la toma de decisiones que conlleve comprometer recursos que suelen ser escasos. Así, el rol de la gerencia suele ser tomar decisiones en función de una planificación acertada para responder a las necesidades de la organización, decisiones que deben consumir el mínimo de recursos económicos y deben maximizar los beneficios obtenidos.

2.6 MONTAJE

Montaje es el proceso mediante el cual se emplaza cada pieza en su posición definitiva dentro de una estructura. Estas piezas pueden ser de diferentes materiales pero las preferidas son las estructuras metálicas y de hormigón. Estas se adaptan a las concepciones de las nuevas arquitecturas y las necesidades de la industria de hoy, se emplean cada DIA más ampliamente. Con ambos sistemas se pueden alcanzar obras de grandes magnitudes.

Esto se realiza con diferentes equipos de trabajo y maquinarias.

El montaje industrial es un desafío permanente al ingenio; suele desarrollarse en condiciones geográficas complejas o debe conectarse la nueva estructura con una ya existente, y con plazos bastante restringidos por los elevados montos de inversión comprometidos.

Hay una diferencia sustantiva con las obras civiles, pues “son muy pocas oportunidades en las que el trabajo puede repetirse” tener el conocimiento específico y poder replicarlo en algún proyecto posterior de similares características, y que además es más o menos contemporáneo. (Ortega, 2008)

2.6.1 Planificación

En base a los supuestos y estimaciones definidos en la etapa anterior se construye un plan general. A través de él se intentan visualizar el posible funcionamiento de faena y los posibles métodos de montaje. Cada obra particular, dependiendo específicamente de la naturaleza de los elementos principales y secundarios, se pueden utilizar equipos distintos. En general, es un conjunto de condiciones que determina el equipo; así se puede observar que los plazos, costos la envergadura de los elementos estructurales (accesibilidad de equipos) entre otros factores.

Una vez determinado el equipo y el procedimiento más adecuado de montaje, se deben definir la capacidad de este, en base al tamaño

2.6.2 Diseño Preliminar del Proyecto de Montaje

Plan general se analiza y modifica subordinándolo a los objetivos definidos en un principio. Por primera vez se agregan o tres elementos colaterales como el abastecimiento de insumos, reconocimiento de los imprevistos más probables y consecuentemente de previsiones y provisiones para disminuir sus efectos. Para lograr un mejor entendimiento de estos conceptos se puede ilustrar esta situación con el siguiente Ej. : un montaje en una isla

alejada del continente, puede sufrir múltiples contrariedades, en especial si falla algún equipo, las que se ven agravadas por la dificultad de reparación. El riesgo de reparación disminuye si se envían grúas de menor envergadura respecto del envío de un equipo de mayor capacidad

Es conveniente, cuantificar la capacidad de recuperación respecto de contingencias climáticas, en maquinarias, personas, abastecimiento, etc. Naturalmente no se puede diseñar un proyecto que sea inmune a cataclismo o controle todas las posibles contingencias, porque sería de un costo extremadamente elevado. En gran parte de los casos cabe la posibilidad de tomar medidas intermedias de costos aceptables.

2.6.3 Evaluación

Evaluar el plan general implica hacer un análisis de sensibilidad del proyecto con respecto a sus principales componentes. Es recomendable verificar los efectos de disponer de mayor o menor cantidad de recursos; equipos, mano de obra, financiamientos, recepciones, etc. (Vitoria, 2013)

Esta etapa de evaluación, es el momento adecuado para chequear los supuestos hechos en la programación, se obtiene valiosas conclusiones que alimenta la siguiente etapa.

CAPÍTULO III. DIAGNÓSTICO INICIAL

En este capítulo detallaremos como es una planta de tratamiento de aguas residuales y como es su funcionamiento.

La planta de tratamiento está conformada por cribas finas de afluentes, estaciones de bombeo, clarificadores primarios, clarificadores secundarios, sistemas químicos, desinfección por cloro, manejo de sólidos y disposición de lodos

3.1 SKANSKA DEL PERU- Latín América

Cuenta con más de 60 años de experiencia en América Latina,

“Sus Operaciones son como contratistas integrales de obras y de servicios, brindando prestaciones de diseño, construcción, operación y de mantenimiento de proyectos de petróleo, gas, energía, minería y de infraestructura.” (skanska)

Skanska, realiza operaciones distribuidas a lo largo del Perú dándoles prestigio y mercado de trabajo, esto permite que SKANSKA responda rápidamente a los requerimientos de cada cliente y mantiene alta competitividad en todos los proyectos que realiza teniendo profesionales destacados en el mercado.

En la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales requerida por Sociedad Minera Cerro Verde lo hace la contratista SKANSKA del Perú, poniendo a sus profesionales destacados a realizar la gestión de construcción.

3.2 SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE - PLANTA DE TRATAMIENTO LA ENLOZADA

Construida sobre una extensión de 25 hectáreas en Uchumayo, tiene capacidad para recibir hasta mil 800 litros por segundo para ser tratadas en un sistema biológico (a base de bacterias positivas) que no contamina el medio ambiente.

La construcción de la planta de tratamiento incluye la mejora de los sistemas de alcantarillado incluido un colector principal de aguas residuales, cinco colectores primarios, una línea de impulsión y dos estaciones de bombeo.

La planta de tratamiento consta tres etapas de procesamiento.

El primario para la remoción de sólidos sedimentables en decantadores o tanques de 35 metros diámetro

Etapla secundaria donde la masa biológica actuará mediante filtros percoladores en tanques para sólidos.

Finalmente y antes de regresar al río, el agua pasa por un sistema de desinfección con cloro gas para asegurar que llegará limpia al afluente. Simultáneamente, los lodos generados durante el tratamiento de las aguas residuales en la PTAR serán dispuestos en un relleno para sólidos.

Los olores son eliminados también con masa biológica.

También se da la posibilidad de que el líquido a tratar esté en extremo contaminado o contenga metales pasados, lo que complicaría el proceso. Para ello se instalaron controles de calidad al ingreso y salida del agua en las etapas primaria y secundaria.

Cerro Verde captará 1 metro cúbico por segundo en promedio anual del agua tratada y será utilizada en la expansión de sus operaciones mineras. El resto del agua será devuelta al Río Chili.

“Primera etapa está diseñada para 29 años de vida útil para la atención de un millón de habitantes y con posibilidades a ampliar a partir de ese entonces. La inversión es de S/. 950 millones.” (diariocorreo).

3.3 VISTA GENERAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO ENLOZADA

La selección de los procesos de tratamiento para la planta de tratamiento se basó en brindar un tratamiento efectivo de las aguas servidas crudas de la ciudad de Arequipa y lograr el cumplimiento de las normas peruanas para plantas de tratamiento de aguas residuales conocidas como Límites Máximos Permisibles o LMP. Adicionalmente, la planta de tratamiento fue diseñada para cumplir con los estándares norteamericanos típicos para tratamiento secundario. Se aplicaron los criterios más estrictos para desarrollar el diseño de la planta de tratamiento. Finalmente, el efluente debe cumplir también con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua de riego, medidos en el primer usuario aguas abajo.

Tabla 3-1. La planta de tratamiento Enlozada consta de los siguientes procesos unitarios:

Tratamiento Preliminar	Remoción de residuos inorgánicos.
Tratamiento Primario	Remoción de sólidos fácilmente sedimentables.
Tratamiento Secundario	Utilizando filtros percoladores para el tratamiento biológico en lecho fijo; pozas de contacto de sólidos para un tratamiento biológico adicional y formación de flóculo; y clarificadores secundarios para la separación de líquido-sólidos.
Desinfección por Cloro	Empleando gas de cloro gaseoso para la remoción de patógenos antes de la descarga.
Manejo de Sólidos	Que consiste en el espesamiento, deshidratación y transporte de sólidos deshidratados para su disposición fuera del área de la planta de tratamiento.

Fuente: (L.)



Figura 3-1. Terreno de construcción.

Fuente y Elaboración: Propia



Figura 3-2. Relleno y compactación movimiento de tierras de construcción.

Fuente y Elaboración: Propia.

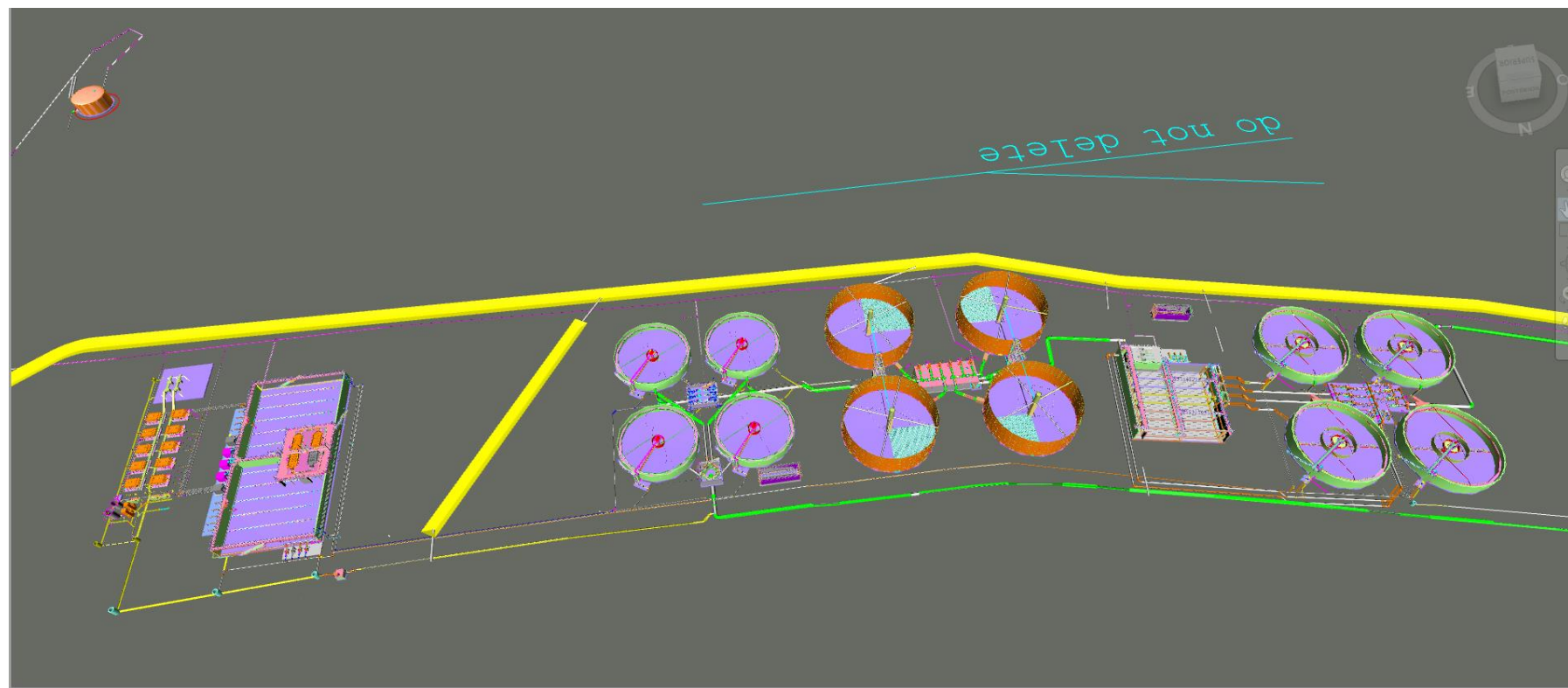


Figura 3-3. Modelo 3D de planta de tratamiento de aguas residuales.



Figura 3-4. Figura vista panorámica de planta de tratamiento.

Fuente y Elaboración: Propia

3.4 VISTA GENERAL DEL TREN DE PROCESOS DE TRATAMIENTO

A continuación se presenta un breve resumen del tren de procesos de tratamiento general.

3.4.1 Zona Baja

Las aguas residuales crudas ingresan a la estructura de toma de las obras de llegada de la planta de tratamiento Enlozada desde tres colectores principales; el Alata/Arancota/Tiabaya, Huaranguillo y el Congata.

Una cámara de entrada común que alimenta cinco canales con cribas escalonadas de toma separadas. El afluente cribado es luego derivado al canal de efluente común que alimenta a dos cámaras desarenadoras aireadas. Los residuos recolectados de las cribas son enviados hacia una de las dos prensas de lavado mediante dos transportadores de tornillo.

Cada cámara desarenadora posee dos sumideros de recolección, cada uno de los cuales cuenta con una bomba de remoción de arenas dedicada para enviar las arenas recolectadas a una de las dos unidades clasificadoras de arenas. Las cámaras desarenadoras cuentan con el respaldo de tres sopladores de desplazamiento positivo, que sirven para mantener la suspensión del material orgánico más liviano, al mismo tiempo que se promueve la sedimentación de las arenas en los sumideros. Se cuenta con un sistema de compresión de aire recíprocante, con un compresor redundante, para fluidizar las arenas sedimentadas y permitir su bombeo.

En el canal de efluente de la cámara desarenadora aireada, se utilizará una unidad deflectora de natas para retirar las natas superficiales del efluente hacia una bandeja de natas integrada con la estructura colectora de arenas. Las natas y la espuma de la bandeja de natas son enviadas hacia la concentradora de natas utilizando dos bombas lobulares rotativas. La

concentradora de natas descarga las natas concentradas al contenedor de desechos de la lavadora de desechos de cribas y retorna los flujos de agua por gravedad a la estación de bombeo de drenaje.

Todos los subproductos del proceso de las obras de llegada (residuos de cribado, arenas y natas) serán transportados en camiones para su disposición fuera del área de planta de tratamiento.

El efluente de la cámara desarenadora es enviado hacia el pozo sumidero de la estación de bombeo de desagüe (SLS, por sus siglas en inglés), anteriormente conocida como la Estación de Bombeo No.2 (LS02). Este pozo sumidero consta de dos cámaras de almacenamiento independientes, las cuales son alimentadas independientemente y son aislables. Seis bombas centrífugas horizontales de carcasa partida llevan las aguas residuales desde el pozo sumidero de la estación de bombeo de desagüe hasta la planta de tratamiento principal ubicada en la Zona Alta de la Quebrada Enlozada, a unos 4 km de distancia y a 200 m más de elevación. Se cuenta con dos tanques de equilibrio para mitigar las fluctuaciones de presión en caso de cortes del suministro eléctrico.

La instalación de las obras de llegada está equipada con un sistema de control de olores que consta de torres biodepuradoras y unidades absorbentes de carbono secundarias.

3.4.2 Zona Alta

El flujo procedente de la estación de bombeo de desagüe (SLS) descarga a la cámara equipartidora de la toma de la planta principal, la cual divide el flujo equitativamente hacia los cuatro clarificadores primarios. Un pozo sumidero de natas está asignado a cada clarificador y cada pozo sumidero está respaldado por una bomba lobular rotativa que transporta las natas hacia los tanques de retención de lodos.

Se utilizan seis bombas de doble diafragma (4 en servicio + 2 en reserva), cada una con un triturador de lodos enclavado de apoyo, para retirar los lodos de los cuatro clarificadores primarios. Las bombas de lodos extraen el lodo directamente de los clarificadores primarios y los conducen hacia los tanques de retención de lodos.

El efluente de los clarificadores primarios es luego enviado hacia el pozo sumidero de la estación de bombeo de los filtros percoladores (TFPS), el cual cuenta con seis bombas de turbina vertical a velocidad constante que mantienen un caudal fijo de recirculación a los cuatro filtros percoladores a fin de apoyar el proceso de tratamiento biológico de lecho fijo. Los filtros percoladores tienen su propio sistema dedicado de suministro de aire de alta calidad para instrumentación compuesto por un compresor de aire en servicio/reserva y receptores de aire.

El efluente de los filtros percoladores es enviado directamente al canal de afluente común de la poza de contacto de sólidos (SCB). El canal de afluente de la SCB, equipado con difusores de burbuja gruesa para mezclar el flujo, dirige el efluente de los filtros percoladores a las cuatro la poza de contacto de sólidos (SCB) aireadas. Cada poza cuenta con dos zonas de aireación que contienen difusores de burbuja fina. El control del flujo de aire para cada poza es facilitado por una válvula de control de flujo simple y un flujómetro. El canal de efluente aireado común de la poza de contacto de sólidos (SCB) transporta el agua a la cámara equipartidora de los clarificadores secundarios. El sistema de poza de contacto de sólidos (SCB) y la cámara equipartidora de los clarificadores secundarios cuentan con el servicio de tres sopladores multietapa de velocidad constante, que suministran aire a cada una de las cuatro pozas y a los canales de afluente y efluente.

La cámara equipartidora secundaria aireada divide el flujo hacia los cuatro clarificadores secundarios. Un pozo sumidero de natas alimentado por gravedad está asignado

a cada clarificador y cada pozo sumidero de natas está respaldado por una bomba lobular rotativa. Las natas son bombeadas a los tanques de retención de lodos. Seis bombas centrífugas horizontales (4 en servicio + 2 en reserva) impulsadas por variadores de frecuencia (VFD) funcionan como bombas de lodos secundarios de retorno (RSS) para los cuatro clarificadores secundarios.

Las bombas de lodos secundarios de retorno (RSS) extraen los lodos directamente de cada mecanismo colector de lodos de los clarificadores secundarios para enviarlos al canal de afluente de la poza de contacto de sólidos (SCB).

La tubería de descarga de la estación de bombeo de lodos secundarios de retorno (RSS) también sirve como el punto donde se removerá el lodo secundario del proceso de tratamiento mediante las bombas de lodos secundarios residuales (WSS) de los clarificadores secundarios. Tres bombas lobulares rotativas controladas por variadores de frecuencia (VFD) bombearán los lodos secundarios residuales a los tanques de retención de lodos o a los espesadores de banda por gravedad (GBT) dependiendo del escenario operativo seleccionado. Cuando son puestas en operación, las bombas de alimentación de los espesadores de banda por gravedad (GBT) extraen los lodos de la línea de descarga de las bombas de lodos secundarios residuales (WSS) antes del tubo vertical de toma del tanque de retención de lodos para su espesamiento en los espesadores de banda por gravedad y descargan los lodos secundarios espesados a los tanques de retención de lodos aireados. Los tanques de retención de lodos sirven de almacenamiento temporal para los lodos de los clarificadores primarios y los lodos secundarios residuales y cuentan con el servicio de tres sopladores de desplazamiento positivo a velocidad constante (cada compartimiento del tanque contará con un soplador dedicado). Las bombas de alimentación de las prensas de banda operan para trasladar los lodos desde el tanque de retención de lodos hacia los filtros prensa de banda (BFP) del edificio de deshidratación.

Se cuenta con diez unidades de los filtros prensa de banda (BFP) para deshidratar los lodos recibidos de las bombas lobulares rotativas de alimentación de las prensas de banda. Las prensas están dispuestas en dos trenes de cinco y cada tren cuenta con un sistema dedicado de fajas transportadoras de lodos. La faja transportadora de transferencia de cada tren incluye una sección inclinada para la conducción de lodos hacia la transportadora de separación que se utilizará para depositar los lodos deshidratados en los camiones de acarreo.

El sistema de almacenamiento y alimentación de polímero a los BFP/GBT constará de dos tolvas dosificadoras de polímero seco con alimentadores volumétricos y unidades humidificadoras, un tanque de mezcla/añejamiento, un tanque de alimentación y trece bombas dosificadoras de alimentación de cavidad progresiva y velocidad variable. Las tolvas dosificadoras incluyen activadores eléctricos y balanzas para la alimentación de químicos secos.

El efluente de los clarificadores secundarios es dosificado con gas de cloro antes de que ingresen a la zona de mezcla de desinfección para su desinfección. El gas de cloro se mezcla con agua transportadora mediante un inyector para formar una solución de cloro. Esta solución es enviada a través de la tubería externa enterrada hacia la estructura de derivación de efluente, donde es inyectada al efluente secundario mediante un difusor de tapa de tubería perforada y mezclada en el flujo del proceso con un mezclador montado en superficie.

Un mezclador instantáneo crea la zona de mezcla para la desinfección del efluente. El flujo continúa alrededor de la pared del deflector sumergido hacia la cámara equipartidora. La cámara equipartidora puede enviar el efluente tratado a través de las dos compuertas de la cámara de amortiguación hacia la cámara de amortiguación del tanque de compensación o a través de una compuerta manual de apertura hacia abajo al pozo sumidero de La estación de bombeo de agua no potable NPW. Si el nivel de agua en la cámara equipartidora se

incrementa por encima de la elevación del vertedero, el flujo se rebalsa por encima del vertedero de rebose fijo hacia la cámara de amortiguación de efluente del río.

El efluente secundario desinfectado de la cámara de amortiguación del tanque de compensación fluye por gravedad a través de dos compuertas manuales hacia las canaletas de efluente del tanque de compensación y continúa hasta dicho tanque.

El efluente secundario desinfectado de la cámara de amortiguación de efluente del río fluye por gravedad a través de dos compuertas manuales hacia las canaletas de efluente del río y hacia la estructura disipadora de energía antes de ser descargado al río Chili.

La estación de bombeo de agua no potable (NPW) consta de tres bombas centrífugas horizontales de aspiración axial y velocidad constante que extraen el efluente secundario desinfectado del pozo sumidero de la estación de bombeo de la estación de bombeo de agua no potable (NPW) hacia el sistema de NPW. Las bombas mantienen una presión fija en el sistema de distribución de NPW de la planta y nivel en el tanque de almacenamiento de NPW. Se utilizará un sistema de tanques de equilibrio de la estación de bombeo de NPW para mitigar las fluctuaciones de presión en caso de cortes del suministro eléctrico.

La planta de tratamiento está equipada con dos estaciones de bombeo de drenaje. Una estación se encuentra ubicada de modo que dé servicio a los drenes de las obras de llegada y la otra estación está en la Zona Alta para dar servicio a los drenes de la planta principal. La estación de bombeo de drenaje de las obras de llegada transfiere el drenaje del área de proyecto desde el pozo sumidero hacia el canal de afluente de las obras de llegada, mientras que la del dren de la planta principal transfiere el flujo de vuelta a la tubería principal de afluente de la planta de tratamiento.

El efluente tratado es conducido o bien al tanque de compensación (EQ) y, de ahí, a la mina, o bien de vuelta a la Zona Baja de las obras de llegada donde es descargado al río Chili. El tanque de compensación (EQ) sirve como pozo sumidero para la Estación de Bombeo 3B, que bombea el efluente tratado hasta la mina. El tanque de compensación (EQ) y la Estación de Bombeo 3B no forman parte del proyecto de la planta de tratamiento.

3.5 ETAPAS

La planta de tratamiento Enlozada está diseñado para ser construido en etapas y finalmente brindar capacidad de conducción y tratamiento de aguas residuales hasta el final del período de planificación del proyecto en el Año 2043. La Etapa 1 del Proyecto de la PTAR Enlozada estará totalmente operativa para el cuarto trimestre de 2015. Los siguientes criterios de diseño describen los requerimientos de capacidad de planta la planta de tratamiento proyectados.

Tabla 3-2. Etapas de construcción

Criterios de Diseño – Etapa 1	Año de Diseño = 2029 Capacidad de Diseño de la PTAR para flujo diario promedio = 1.8 m ³ /s Fecha de Culminación de la Construcción = 2015
Criterios de Diseño – Etapa 2	Año de Diseño = 2036 Capacidad de Diseño de la PTAR para flujo diario promedio = 2.1 m ³ /s Fecha Proyectada de Culminación de la Construcción = 2029
Criterios de Diseño – Etapa 3	Año de Diseño = 2043 Capacidad de Diseño de la PTAR para flujo diario promedio = 2.4 m ³ /s Fecha Proyectada de Culminación de la Construcción = 2036

Fuente y Elaboración: Propia

Los componentes del proyecto de la planta de tratamiento Enlozada Etapa 1 están dimensionados para brindar capacidad hasta el año 2029 proyectado con excepción de las mejoras al sistema colector de desagüe y la tubería de Efluente Tratado de la planta de tratamiento, que están dimensionados para brindar capacidad para la Etapa 3 (final proyectado del año 2043).

A continuación se resume el plan propuesto por etapas

Tabla 3-3: Comparación de las etapas.

COMPONENTE DEL PROYECTO	AÑO 2029 PROYECTADO	AÑO 2043 PROYECTADO
Sistema Colector de Desagüe		Ok
Obras de Llegada/Estación de Bombeo de Desagüe	Ok	
Tubería de Afluente de la planta de tratamiento	Ok	
Tubería de Efluente Tratado de la planta de tratamiento		Ok
planta de tratamiento Enlozada	Ok	

Fuente: Área técnica Empresa Skanska.

3.5.1 Sistema Colector de Desagüe

El sistema colector de desagüe ha sido diseñado y construido para los caudales del año 2043 a fin de evitar alteraciones a la comunidad en el futuro.

3.5.2 Obras de Llegada/Instalación de SLS

Las obras de llegada y la instalación de SLS han sido diseñadas y construidas para los caudales del año 2029. Se ha reservado espacio en el área del proyecto de modo que se puedan expandir las instalaciones en el futuro para tratar los caudales del 2036 y 2043.

3.5.3 Tuberías de Afluente y Efluente

La tubería de afluente de la PTAR está diseñada y construida para los caudales del año 2029. Para admitir los caudales del año 2036 y 2043, una de las tuberías de agua fresca existente será convertida en una segunda tubería de afluente de aguas residuales ya que la necesidad de agua fresca disminuirá con el tiempo a medida que los caudales de agua de desagüe se incrementen y la mina utilice más y más efluente de aguas residuales tratado y menos agua del río. La tubería de efluente tratado de la PTAR está dimensionada para los caudales del 2043 a fin de minimizar interrupciones en el futuro y para asegurar que todas las aguas residuales puedan ser retornadas al río en caso de que, por alguna razón, se detengan las operaciones de la mina por un tiempo.

3.6 LA PLANTA DE TRATAMIENTO EN GENERAL

Las instalaciones de tratamiento de la planta de tratamiento Enlozada están diseñadas y construidas para los caudales proyectados del año 2029. Se ha reservado espacio en el área del proyecto de modo que se puedan expandir las instalaciones en el futuro para poder tratar los caudales del 2036 y 2043. Los principales procesos que no forman parte de esta etapa inicial (Etapa 1), pero que pueden ser incluidos como parte de la futura expansión son los siguientes:

- Instalación de cribas en espiral (para el tamizado del efluente de los filtros percoladores)

- Sistema de cloruro férrico (para uso como coagulante)
- Sistema de bisulfito de sodio (para decoloración)

3.7 CALIDAD DEL AGUA Y CARGAS DE CONTAMINANTES DEL AFLUENTE

Se requieren entender los límites y metas para el efluente tratado y la calidad de las aguas residuales afluentes para poder seleccionar y dimensionar los procesos de la planta de tratamiento de aguas residuales. Para determinar la calidad de las aguas residuales afluentes, se evaluaron datos previamente recolectados y se implementó un programa de muestreo y análisis en las descargas de los tres colectores principales en julio de 2011. Las elevadas cargas orgánicas que se encontraron son típicas de climas áridos con fuentes de agua limitadas.

3.7.1 Calidad de las Aguas Residuales Crudas

Un punto de gran preocupación es la cantidad y calidad de los residuos industriales que se descargan al sistema colector de aguas residuales de Arequipa, específicamente al colector de Huaranguillo, que da servicio al sector oeste de Arequipa, donde se encuentra la mayoría de instalaciones industriales. En los Estados Unidos, la Agencia de Protección Ambiental (EPA) exige que todas las industrias realicen un tratamiento previo a sus descargas de acuerdo a los límites prescritos, antes de introducirlas al sistema colector de aguas residuales a fin de garantizar que las industrias paguen los costos que les corresponden por el tratamiento y para proteger a la planta de tratamiento de desechos tóxicos potencialmente debilitantes. La mayoría de la planta de tratamiento utiliza procesos de tratamiento biológico para estabilizar los productos de desecho proporcionando un ambiente óptimo para que los microorganismos conviertan los productos de desecho en masa celular, la que posteriormente es sedimentada y extraída de la corriente líquida o destruida por desinfección. Sin el pre-

tratamiento industrial, hay riesgo de que las sustancias tóxicas inhiban el crecimiento de biomasa beneficiosa y efectivamente deshabiliten la capacidad de la instalación de tratar adecuadamente las aguas residuales por un corto período de tiempo hasta que la biomasa se regenere. Dependiendo de la gravedad del evento, una instalación de tratamiento biológico puede tardar hasta varias semanas en recuperarse.

Como Arequipa actualmente no cuenta con un programa de pre-tratamiento industrial bien aplicado, la planta de tratamiento Enlozada será susceptible a ser deshabilitada, sea parcial o totalmente, por los desechos industriales que ingresen al sistema colector de forma regular o poco frecuente.

3.7.2 Requerimientos de Temperatura

La temperatura era un requerimiento del personal de SMCV, ya que ésta tiene un gran impacto en los sistemas de refrigeración del proceso de la concentradora de la mina. La limitación de temperatura máxima era de 25° C y las aguas residuales de Arequipa generalmente están muy por debajo de este valor.

En base al limitado programa de muestreo, se han estimado las cargas del afluente mostradas en la Tabla 1-2 para la planta de tratamiento Enlozada. Los caudales mínimo, del día promedio y a hora pico son para el año 2029; sin embargo, se espera que se mantengan las cargas (los parámetros mostrados en mg/L) a lo largo de la duración de la etapa inicial del proyecto. Se implementará un muestreo y análisis regular de la calidad de las aguas residuales afluentes luego de la puesta en marcha de la planta de tratamiento Enlozada para desarrollar una base de datos que se pueda utilizar para futuras mejoras y expansiones.

Tabla 3-4: Parámetros de Diseño del Afluente de la planta de tratamiento

PARÁMETRO	UNIDADES	VALOR Etapa 1
FLUJO AFLUENTE		
Mínimo	L/s	748
Día promedio	L/s	1,792
Caudal a hora pico	L/s	3,643
Demanda Bioquímica de Oxígeno a los 5 días (BOD5)	mg/L	480
BOD5 soluble	mg/L	250
Sólidos Suspendidos Totales (TSS)	mg/L	324
Alcalinidad total	mg/L	278
Dureza total	mg/L	199
Demanda Química de Oxígeno (COD)	mg/L	1,044
Grasas y aceites	mg/L	100
Coliformes fecales (termotolerantes)	MPN/100 mL	1×10^9
Temperatura del agua	°C	16.75 - 23
Fósforo total (TP)	mg/L	12

Fuente: Área técnica Empresa Skanska.

3.8 CALIDAD DEL AGUA Y ESTÁNDARES PARA EL EFLUENTE

Las metas respecto al efluente para este proyecto requieren que el efluente tratado cumpla las normas peruanas para plantas de tratamiento de aguas residuales y los estándares norteamericanos típicos para tratamiento secundario, ofreciendo a su vez una calidad del efluente tratado que optimice la recuperación de cobre y molibdeno. En el año 2010, el Perú

estableció límites de descarga de aguas residuales, Límites Máximos Permisibles o LMP, para el país (DECRETO SUPREMO N° 003-2010-MINAM), Como se muestran en la Tabla:

Tabla 3-5: Límites Máximos Permisibles Peruanos para Efluentes de la planta de tratamiento (LMP)

PARÁMETRO	UNIDADES	LMP	BASE
BOD5	mg/L	100	Máxima
COD	mg/L	200	Máxima
TSS	mg/L	150	Máxima
Grasas y aceites	mg/L	20	Máxima
Coliformes fecales termotolerantes	MPN/100 mL	10,000	Máxima
pH	-	6.5-8.5	Mínima-Máxima
Temperatura	°C	<35	Máxima

Fuente: Área técnica Empresa Skanska.

Tabla 3-6: Muestra los estándares norteamericanos típicos para tratamiento secundario

PARÁMETRO	UNIDADES	LÍMITE	BASE
BOD5	mg/L	30	Promedio en 30 días
BOD5	mg/L	45	Promedio en 7 días
TSS	mg/L	30	Promedio en 30 días
TSS	mg/L	45	Promedio en 7 días
Coliformes fecales termotolerantes	MPN/100mL	1,000	Media Geométrica de 30 días
pH	-	6.5-8.5	Mínima-Máxima
Cloro residual	mg/L	1	Promedio Diario

Fuente: Área técnica Empresa Skanska.

Los estándares norteamericanos típicos para tratamiento secundario generalmente son más exigentes que los LMP peruanos. Sin embargo, como se puede observar en las Tablas 1-3 y 1-4, los LMP típicamente se basan en una “base máxima” mientras que los estándares norteamericanos se basan en “promedios”. Para considerar ambos estándares, se ha desarrollado una tabla híbrida la cual se utiliza como la base de diseño para la planta de tratamiento Enlozada.

Tabla 3-7: Límites Propuestos para el Efluente de la planta de tratamiento Enlozada

PARÁMETRO	UNIDADES	VALOR	BASE
BOD5	mg/L	30	Promedio en 30 días
	mg/L	45	Promedio en 7 días
	mg/L	100	Máximo
COD	mg/L	200	Máxima
TSS	mg/L	30	Promedio en 30 días
	mg/L	45	Promedio en 7 días
	mg/L	150	Máxima
Coliformes (termotolerantes) fecales	MPN/100 mL	1,000	Media geométrica de 30 días
	MPN/100 mL	10,000	Máxima
Grasas y aceites	mg/L	20	Promedio en 30 días
pH	-	6.5-8.5	Promedio en 30 días
Temperatura	°C	<25	Máxima
Cloro residual	mg/L	1	Promedio Diario

Fuente: Área técnica Empresa Skanska.

Los parámetros del efluente se miden en el extremo de descarga de la planta de tratamiento. Además, la calidad del efluente deberá cumplir los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), que limitan los contaminantes para el agua de riego. Un modelo de zona de mezcla demostró que se cumplirán los ECA en el primer punto de riego luego de la mezcla en el río. Se ha reservado espacio en el área del proyecto de modo que se puedan añadir instalaciones, como filtros terciarios, en el futuro en caso de que se implementen estándares de calidad ambiental para agua más estrictos.

3.9 MEDICIÓN DEL CAUDAL Y MUESTREO

El monitoreo de la calidad del agua es un componente crítico de la operación eficiente de las plantas de tratamiento de agua. Cada paso del proceso de tratamiento debe ser monitoreado cuidadosamente para verificar que todos los sistemas estén operando adecuadamente, a lo que también se denomina monitoreo de control de procesos. Se cuenta con unidades de muestreo compuesto automático para las ubicaciones del afluente y efluente a fin de recolectar muestras y monitorear el desempeño de la planta. Dependiendo de los requerimientos del proceso y permisos, generalmente se miden los siguientes parámetros en una la planta de tratamiento: alcalinidad, BOD, TSS, VSS, oxígeno disuelto y pH. Otros parámetros que normalmente se miden incluyen el amoníaco, nitrato y el fósforo total. Se podría considerar la medición de parámetros adicionales dependiendo de los requerimientos de permisos específicos de la planta de tratamiento.

3.10 CRITERIOS DE DISEÑO

Esta sección presenta información sobre los criterios de diseño para la planta de tratamiento. El proceso de tratamiento se basa en los caudales y cargas de aguas residuales.

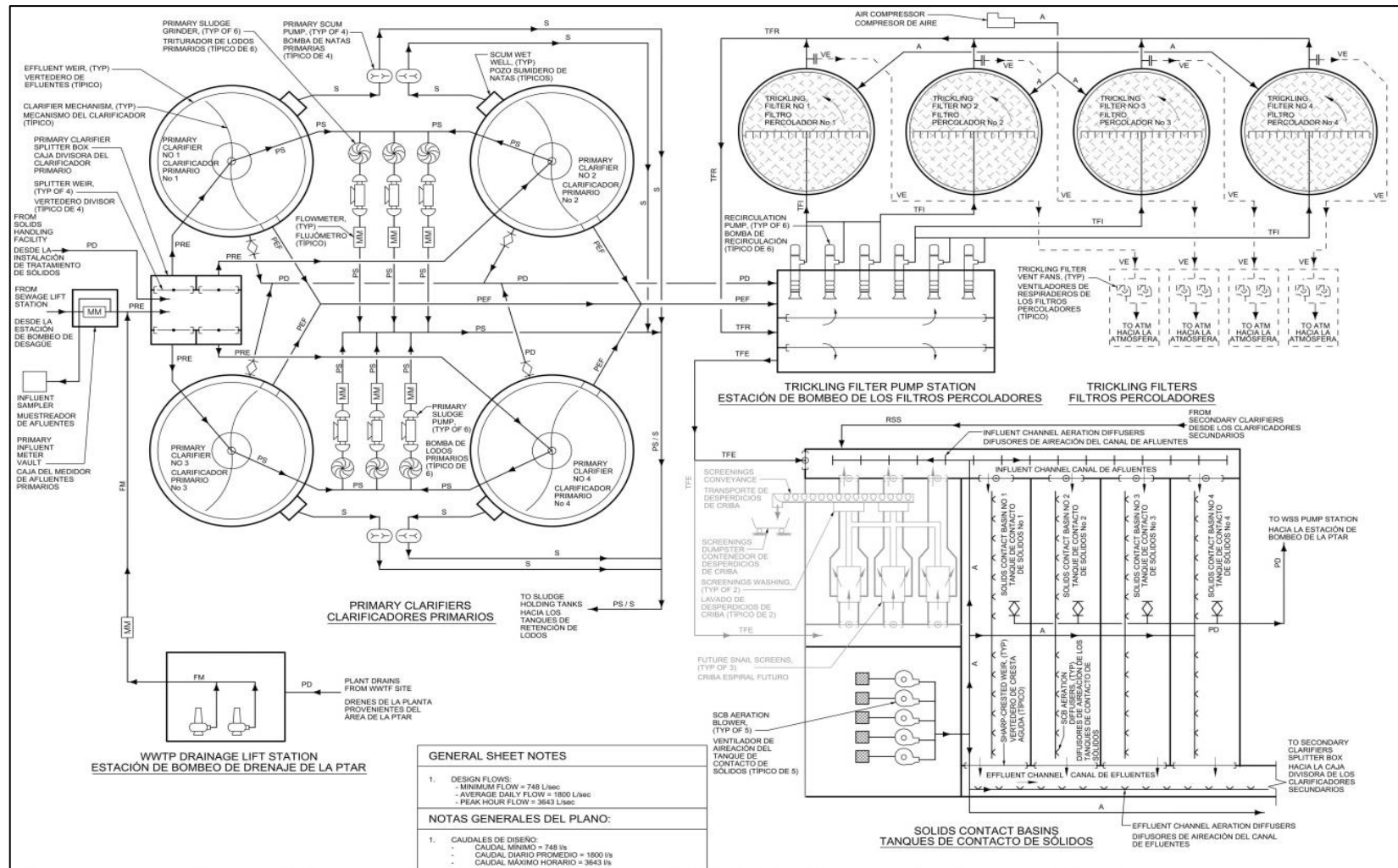


Figura 3-6: Diagrama de flujo de proceso II.

Fuente: Elaboración propia, procesos de planta de tratamiento oficina técnica - construcción - Empresa Skanska.

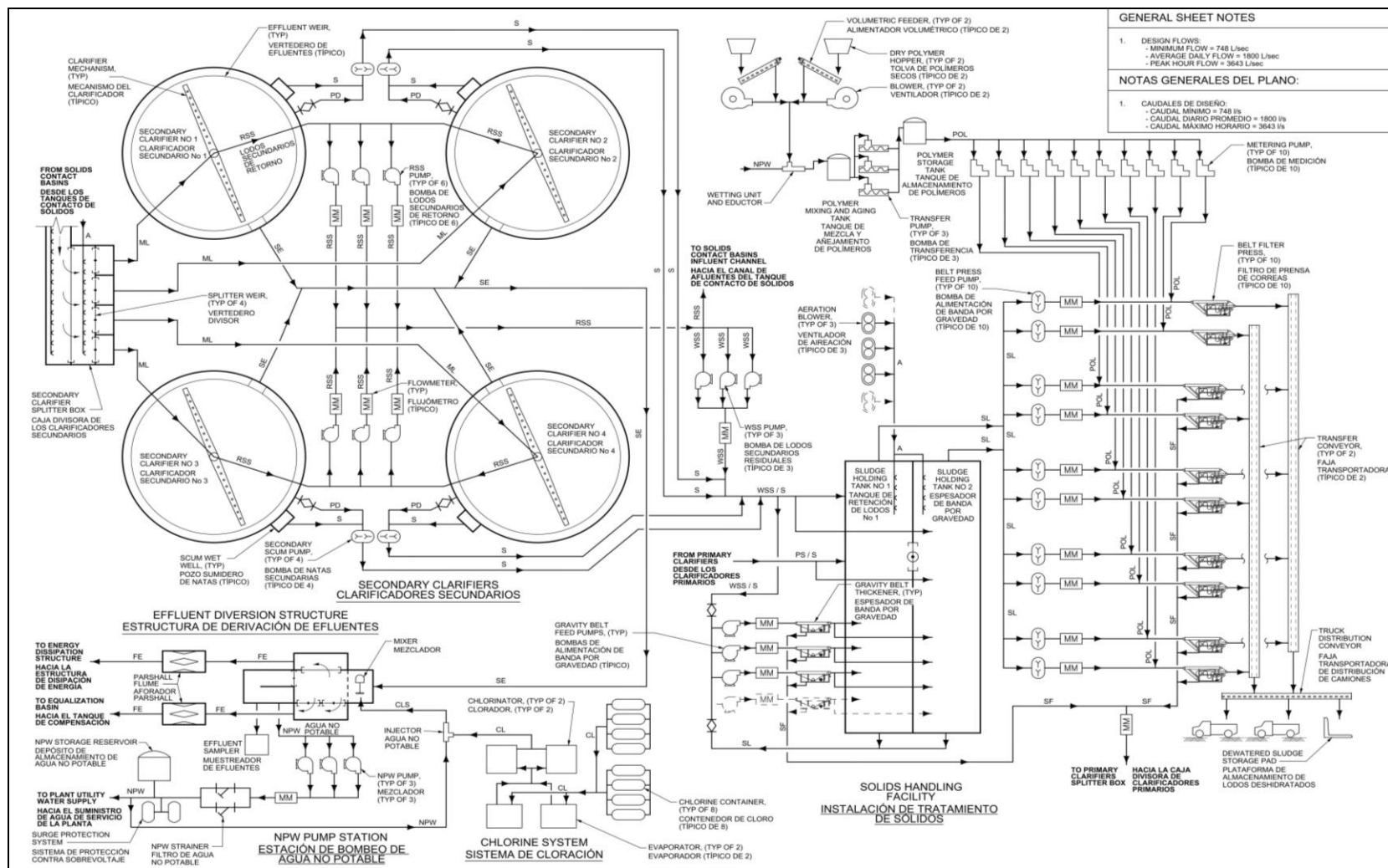


Figura 3-7: Diagrama de flujo de proceso III.

Fuente: Elaboración propia, procesos de planta de tratamiento oficina técnica - construcción - Empresa Skanska.

Tabla 3-8 Criterios de afluente y efluente.

CRITERIOS DE DISEÑO DE AFLUENTES Y EFLUENTES				
ÍTEM	UNIDADES	FASE 1	FASE 2	FASE 3
PARÁMETROS DE LOS EFLUENTES				
CAUDAL MÍNIMO (MF)	L/sec	748	1226	1388
CAUDAL DIARIO PROMEDIO (ADF)	L/sec	1800	2100	2400
CAUDAL MÁXIMO HORARIO (PHF)	L/sec	3643	4204	4757
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO) A 5 DÍAS	mg/L	480	480	480
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO SOLUBLE A 5 DÍAS	mg/L	250	250	250
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST)	mg/L	324	324	324
ALCALINIDAD TOTAL	mg/L	278	278	278
DUREZA TOTAL	mg/L	199	199	199
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)	mg/L	1044	1044	1044
ACEITES Y GRASAS	mg/L	100	100	100
COLIFORMES FECALIS - TERMOTOLERANTES	NMP/100 mL	1x10E9	1x10E9	1x10E9
FÓSFORO TOTAL (TP)	mg/L	12	12	12
TEMPERATURA DEL AGUA	grados C	16.75 - 23	16.75 - 23	16.75 - 23
LÍMITES DE LOS EFLUENTES				
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO A 30 DÍAS EN PROMEDIO	mg/L	30	30	30
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO A 7 DÍAS EN PROMEDIO	mg/L	45	45	45
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO MÁXIMA	mg/L	100	100	100
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO MÁXIMA	mg/L	200	200	200
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES A 30 DÍAS EN PROMEDIO	mg/L	30	30	30
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES A 7 DÍAS EN PROMEDIO	mg/L	45	45	45
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES MÁXIMOS	mg/L	150	150	150
COLIFORMES FECALIS A 30 DÍAS EN PROMEDIO	NMP/100 mL	1000	1000	1000
COLIFORMES FECALIS MÁXIMOS	NMP/100 mL	10000	10000	10000
ACEITES Y GRASAS A 30 DÍAS EN PROMEDIO	mg/L	20	20	20
pH A 30 DÍAS EN PROMEDIO		6.5-8.5	6.5-8.5	6.5-8.5
MÁXIMA TEMPERATURA DE AGUA	grados C	<25	<25	<25

Fuente: Área técnica Empresa Skanska.

Tabla 3-9: Criterios de tolerancia filtros percoladores.

TRATAMIENTO SECUNDARIO				
ÍTEM	UNIDADES	FASE 1	FASE 2	FASE 3
FILTROS PERCOLADORES				
FILTROS				
TIPO		BIOTORRE DE ALTA CAPACIDAD CON BRAZO DE DISTRIBUCIÓN DE FLUJO PLÁSTICO	BIOTORRE DE ALTA CAPACIDAD CON BRAZO DE DISTRIBUCIÓN DE FLUJO PLÁSTICO	BIOTORRE DE ALTA CAPACIDAD CON BRAZO DE DISTRIBUCIÓN DE FLUJO PLÁSTICO
TIPO DE MEDIOS				
ÁREA SUPERFICIAL ESPECÍFICA DE MEDIOS	m2/m3	100	100	100
NÚMERO DE FILTROS		4	5	6
TASA DE CARGA HIDRÁULICA	m3/m2/day	2.34	2.34	2.34
TASA DE CARGA DE SÓLIDOS ORGÁNICOS	Kg/m2/day	0.94	4 @ 0.94, 1 @ 0.92	4 @ 0.94, 1 @ 0.92
DIÁMETRO	m	42	4 @ 42, 1 @ 35	4 @ 42, 1 @ 35
PROFUNDIDAD DE MEDIOS	m	10.5	4 @ 10.5, 1 @ 9.5	4 @ 10.5, 1 @ 9.5
PROPORCIÓN DE RECIRCULACIÓN EN CAUDAL DIARIO PROMEDIO		1.0	1.0	1.0
VENTILADORES DE RESPIRADEROS DEL FILTRO PERCOLADOR				
TIPO			CENTRÍFUGA	CENTRÍFUGA
CAPACIDAD, CADA UNO	m3/min	0	415.7	415.7
NÚMERO DE UNIDADES			5 EN USO + 5 EN RESERVA	6 EN USO + 6 EN RESERVA
POTENCIA, CADA UNO	kW (hp)		22.5 (30)	22.5 (30)
COMPRESOR DEL AIRE PARA LOS FILTROS PERCOLADORES				
TIPO		COMPRESOR DE TORNILLO	COMPRESOR DE TORNILLO	COMPRESOR DE TORNILLO
NÚMERO DE UNIDADES		1	2	2
CAPACIDAD, CADA UNO	scfm	25	2 @ 25, 2 @ 15	2 @ 25, 2 @ 15
PRESION, CADA UNO	bar	6.89	6.89	6.89
FLUJO DE AIRE PARA CONTROL DEL DISTRIBUIDOR, CADA UNO	scfm	5	5	5
PRESION DE AIRE PARA CONTROL DEL DISTRIBUIDOR, CADA UNO	bar	5.52	5.52	5.52
POTENCIA, CADA UNO	kW (hp)	7.5 (10)	6 (7.5)	6 (7.5)

Fuente: Área técnica Empresa Skanska

OBRAS DE LLEGADA

La siguiente sección contiene una descripción de la instalación de cribado y remoción de arenas del afluente de las obras de llegada ubicadas en la Zona Baja.

3.10.1 Función

Las aguas residuales recibidas de las instalaciones de transporte de desagüe fuera del área del proyecto y de la estación de bombeo de drenaje in situ son dirigidas hacia la instalación de las obras de llegada de la Zona Baja. Las obras de llegada remueven las arenas y los residuos inorgánicos (trapos, ramas, plásticos, piedras pequeñas, arena, etc.) del afluente de aguas residuales antes de que ingrese a los procesos de tratamiento aguas abajo. Los residuos retenidos en las cribas y las arenas removidas de estas aguas residuales reciben tratamiento adicional para eliminar la materia orgánica antes de su disposición.

3.10.2 Descripción de los Componentes Principales

La instalación de las obras de llegada es una estructura de dos pisos ubicada cerca del río Chili en el PPJJ Cerro Verde. En el nivel superior se encuentran todos los canales de procesos, cribas y equipos de remoción y clasificación de arenas. El nivel inferior contiene las prensas de lavado y compactadores de residuos de cribado, el concentrador de natas, así como también los contenedores de arenas y residuos de cribado ubicados en una sala cerrada en el piso inferior del edificio.

Las obras de llegada están conformadas por las siguientes estructuras y subsistemas:

- Estructura de afluentes
- Cribas escalonadas

- Sistema de prensas de lavado y compactadores
- Remoción de arenas
- Clasificación de arenas
- Remoción y concentración de natas
- Control de olores
- Estación de bombeo de drenaje
- Estación de bombeo de desagüe

Estructura de Afluentes. La estructura de afluentes de las obras de llegada recibe las aguas residuales directamente del colector combinado de Alata-Arancota- Tiabaya, el colector Huaranguillo y la tubería de impulsión de Congata. La estructura de toma consta de una cámara de entrada común que alimenta cinco canales con cribas escalonadas de entrada separados. Los dispositivos de medición de nivel sin contacto en cada canal de criba escalonada permiten detectar la diferencia de nivel para dichas cribas escalonadas.

Cribas Escalonadas. Se han instalado cinco cribas escalonadas de 6 mm (4 en servicio + 1 en reserva) en los canales de cribado. Las cribas escalonadas están compuestas por escalones estacionarios y móviles que se alternan entre sí. A medida que las aguas residuales fluyen a través de la criba escalonada, se forma un manto de residuos a lo largo de la superficie de la criba. Por lo general, el manto que se forma en las cribas escalonadas ofrece una abertura aún más pequeña, permitiendo así que la criba retire más material del agua. Los escalones móviles elevan gradualmente el manto de sólidos a lo largo de la criba inclinada. Al alcanzar la parte superior de la criba, los sólidos son descargados por gravedad a un transportador de tornillo para su transporte al sistema de prensas de lavado y compactadores.

Aguas arriba y aguas abajo de cada canal de cribado se han instalado compuertas de aislamiento motorizadas. Estas compuertas permiten un aislamiento para realizar el mantenimiento de cualquier canal. Durante la operación normal, el mecanismo de remoción de cribas escalonadas opera de forma intermitente en base a los puntos de ajuste de la diferencia de nivel aguas arriba y aguas abajo. Los niveles aguas arriba y aguas abajo en cada canal son monitoreados por sensores de nivel ultrasónicos. Cuando los flujos de la planta sean menores, se pueden retirar de servicio cribas escalonadas individuales a fin de optimizar las condiciones hidráulicas para las cribas.

Los canales de cribado están diseñados para velocidades de aproximación dentro de un rango de 0.5 ft/s y 2 ft/s (máximo). Si la velocidad de los canales de cribado baja a menos de 2 ft/s, se podrían acumular arenas y residuos de cribado aguas arriba de las cribas escalonadas. Los desechos acumulados podrían conducir a problemas funcionales una vez que un caudal pico lave y lleve dichos desechos hacia las cribas dentro de un corto período de tiempo. Si la velocidad en el canal de cribado es mucho mayor que 2 ft/s, los desechos podrían no ser cribados adecuadamente y el medio no filtrado podría terminar aguas abajo de la criba. Para controlar el flujo de agua en esta sección de la instalación de las obras de llegada, se dispone de un aforador sin cuello aguas abajo de las cribas, el cual ayuda a regular el flujo de agua a través del canal de cribado y mantiene una profundidad deseada del agua aguas abajo de las cribas aun en condiciones de poco flujo.

En caso de flujos elevados que excedan temporalmente la capacidad de los canales de cribado, el diseño permite el retorno de cualquier flujo excesivo al río Chili a través de una tubería de rebose de emergencia de 72 pulgadas provista en el rebosadero de las obras de llegada ubicado aguas arriba de las cribas escalonadas.

Aunque el sistema de cribado de las obras de llegada ha sido diseñado para soportar una configuración de operación de cuatro cribas escalonadas más una, las cinco cribas pueden ser puestas en funcionamiento en línea para recolectar y remover el material sólido y fibroso del afluente de la instalación según se requiera.

Cabe indicar que esta no es la operación normal y que no se deberían poner en funcionamiento las cinco cribas al mismo tiempo a menos que se trate de un caso de emergencia.

Sistema de Prensas de Lavado y Compactadores. Los sólidos recolectados de la parte superior de las cribas escalonadas son transportados a las prensas de lavado de residuos de cribado mediante transportadores de tornillo sin eje y un chute de descarga que contiene una compuerta de desvío para controlar qué prensa de lavado recibe los residuos. El transportador de tornillo operará normalmente de forma intermitente cuando las cribas escalonadas se encuentren en operación.

Hay dos prensas de lavado que operan en modo 1 en servicio y 1 en reserva. Las prensas de lavado depositan los residuos de cribado lavados y compactados en un contenedor donde se recolectan los residuos de cribado para su disposición fuera del área del proyecto. Al reducir el volumen de los residuos de cribado, el número de camiones requeridos para su transporte también disminuye.

Las prensas de lavado reducen las cantidades de residuos de cribado aproximadamente en un 50%. La tasa de producción de residuos de cribado varía dependiendo del caudal afluente, pudiendo estar dentro del rango de 0.13-yd³/hr a 0.64-yd³/hr. A una tasa de producción promedio de 0.4-yd³/hr, el contenedor de residuos de cribado de 20-yd³ puede requerir su disposición después de unos días dependiendo de la cantidad de residuos de cribado que se ha acumulado en los contenedores. Una vez que el

contenedor de residuos de cribado esté lleno, se necesitaría hacerlo rodar fuera del edificio de las obras de llegada hacia la plataforma de carga, donde su contenido sería vaciado a un camión de acarreo para la recolección y disposición de los desechos de cribado. Al mismo tiempo, se debería hacer rodar de regreso otro contenedor que este vacío por debajo del chute de descarga de residuos de cribado a fin de garantizar que no se derramen los residuos y se acumulen en el piso. Es importante que los operadores utilicen un contenedor que sea conveniente y que permita su fácil recojo por los camiones de acarreo. Cabe indicar que aunque el diseño ha contemplado el uso de un contenedor de residuos de cribado grande de 20-yd³, se podrían utilizar contenedores más pequeños de acuerdo a la preferencia del personal de planta.

El beneficio secundario de las prensas de lavado es que el material orgánico es retornado al canal de cribado, generándose menos olores. Además, el material orgánico retornado puede ser utilizado en el proceso biológico. El sistema de agua lavado de las prensas de lavado tiene como fin limpiar los residuos de cribado. Cada prensa de lavado cuenta con cuatro puntos de introducción de agua de lavado.

Remoción de Arenas. Los flujos de aguas residuales finamente cribados que van desde cada canal con criba escalonada hacia un canal de efluente común de las cribas escalonadas que divide el flujo y lo dirige hacia dos canales de entrada de los desarenadores aireados. Cada desarenador contará con dos sumideros colectores, cada uno de los cuales tendrá una bomba de arenas dedicada para enviar las arenas recolectadas a una de las dos unidades clasificadoras de arenas.

El sistema desarenador funciona para remover las arenas de las aguas residuales mediante un proceso de aireación (facilitado por los sopladores de arenas), el cual promueve la sedimentación de las partículas de arena más densas al fondo del desarenador en línea, a la

vez que apoya la suspensión del material más liviano en el proceso. Se han instalado sopladores de lóbulo giratorio para crear la velocidad espiral perpendicular en los desarenadores. Hay tres sopladores de desplazamiento positivo y velocidad variable (2 en servicio + 1 en reserva), los cuales están dispuestos en una tubería colectora común de descarga. El material más liviano circula al pozo sumidero de la cámara divisora de la estación de bombeo de desagüe (luego de la remoción y concentración de natas superficiales) para su disposición. Las arenas sedimentadas son periódicamente fluidizadas mediante aire comprimido que ayuda a las bombas de arenas con la transferencia de las arenas hacia los clasificadores para su drenaje y descarga al contenedor de arenas ubicado en el primer piso del edificio de las obras de llegada.

Cada soplador de arenas está diseñado para ser activado manualmente por un operador, luego de lo cual operará de manera continua. Cada uno de los desarenadores está equipado con compuertas de aislamiento de los canales de entrada y de salida. El flujo sale de los desarenadores aireados pasando por arriba de un vertedero fijo.

Cada desarenador aireado está diseñado para manejar la mitad del flujo de diseño pico bajo condiciones normales. De ser necesario, un desarenador posee la capacidad hidráulica de pasar el flujo de diseño pico de las obras de llegada de manera que una unidad pueda ser desmantelada para su mantenimiento. La consecuencia de enviar más flujo por uno de los desarenadores aireados será la disminución de la eficiencia en la remoción de arenas. El uso de un solo desarenador no se considera una operación normal y debería contemplarse solo en caso de emergencias.

Las arenas depositadas en el punto bajo de cada desarenador son extraídas periódicamente y bombeadas por una bomba de arenas de impulsor rebajado asociada, ubicada en el nivel inferior de las obras de llegada y debajo del canal de efluente de la poza de

arenas. Las arenas son bombeadas a un clasificador de arenas donde se separan los orgánicos y agua de las arenas. Hay cuatro bombas de arenas en servicio (2 por cada desarenador aireado). Cada bomba de arenas cuenta con un sistema de lavado de agua de sello. Para fines de redundancia, hay una conexión cruzada en las líneas de aspiración y de descarga de las bombas de arenas, que permite que se extraigan arenas de cualquiera de los desarenadores y sean enviadas a uno de los clasificadores, permitiendo a los operadores manejar temporalmente situaciones en que una bomba de arenas está fuera de servicio cambiando manualmente el desarenador al que da servicio la bomba restante. No se recomienda pasar aguas residuales por el desarenador cuando ambas bombas de arena se encuentran fuera de servicio.

Las bombas de arena, clasificadores y transportadoras operan de manera intermitente en base a un temporizador fijado. Se requiere un pre-lavado con agua de sello antes de arrancar una bomba de arenas. Para sincronizar el arranque de la bomba de arenas con el cese de la agitación de aire comprimido, el agua de sello (y el agua de lavado del clasificador) será activada al mismo tiempo que la agitación de aire. Debido a la tendencia de las arenas a sedimentarse y compactarse en las tuberías, las bombas de arenas deberían ser operadas el tiempo suficiente para asegurar que se extraigan todas las arenas de la tolva durante cada ciclo. Se prevé que este tiempo de duración requerirá un ajuste periódico o estacional.

Clasificación de Arenas. El clasificador de arenas y el transportador de deshidratación se encuentran ubicados en el nivel superior del edificio de las obras de cabecera. Los clasificadores de arenas están dimensionados y configurados para recibir el flujo de dos bombas de arenas simultáneamente. Un clasificador de arenas estará dedicado a las bombas de arenas del sumidero oeste mientras que el otro dará servicio a las bombas de arenas del sumidero este.

Los clasificadores de arenas cuentan con conexiones de agua de lavado empleadas para remover la materia orgánica de las arenas de manera que puedan ser enviadas de vuelta al proceso. Luego de la limpieza de las arenas, se procede a una adicional deshidratación de las mismas gracias a un transportador inclinado hacia un contenedor colector para su disposición final. Los contenedores de arenas serán colocados en el nivel inferior para la remoción y disposición final de las arenas fuera del área del proyecto. La tasa de producción de residuos de arenas varía dependiendo del caudal afluente y podría estar en el rango de 0.25-yd³/hr a 1.03- yd³/hr. A una tasa de producción de arenas promedio de 0.5-yd³/hr, el contenedor de arenas de 20-yd³ podría requerir su disposición luego de unos cuantos días dependiendo de la cantidad de arenas que se haya acumulado en los contenedores.

Una vez que los contenedores de arenas estén llenos, se necesitaría hacerlos rodar fuera del edificio de las obras de llegada hacia la plataforma de carga, donde se vaciaría su contenido en un camión de acarreo para la recolección y disposición del desecho de arenas. Al mismo tiempo, se debería hacer rodar de regreso un contenedor de arenas que este vacío por debajo del chute de descarga de arenas para asegurar que los residuos de cribado no se derramen y acumulen en el piso. Cabe indicar que aunque el diseño ha contemplado el uso de un contenedor colector de residuos de cribado grande de 20-yd³, se podrían utilizar contenedores más pequeños de acuerdo a la preferencia del personal de planta.

Cabe indicar que si las bombas de arena se detienen por alguna razón, el clasificador de arenas continuará operando por una duración predeterminada para eliminar cualquier arena que quede antes de que se dé inicio a su detención a fin de completar el ciclo de remoción de arenas. El clasificador de arenas debe ser lavado con agua antes de su inicialización.

Remoción de Natas. El efluente de los desarenadores aireados se combina en un canal de efluente común que conduce al pozo sumidero del sistema de remoción de natas. El pozo

sumidero de natas recibe las natas retiradas de la superficie del efluente mediante un deflector de natas fijo (ubicado en la tubería de descarga del canal que va al pozo sumidero de la SLS). El vertedero de entrada del pozo sumidero de natas es posicionado manualmente por el operador (utilizando los controles de los actuadores de las compuertas) para permitir que las natas redirigidas fluyan hacia el pozo sumidero. Las natas son luego bombeadas al concentrador de natas. Si el concentrador de natas no se encuentra disponible, se puede acumular natas concentradas en el pozo sumidero hasta su remoción por medio de un camión bomba.

Hay dos bombas lobulares rotativas para las natas (1 en servicio + 1 en reserva) que se emplean para bombear las natas desde el pozo sumidero hacia el concentrador de natas. Tras una pérdida de la bomba de natas debido a una falla del equipo y/o una condición de nivel alto-alto del pozo sumidero, el operador debe corregir el problema o tomar una decisión de poner el sistema de natas de las obras de llegada fuera de servicio hasta que se corrija el problema. Por el contrario, ambas bombas de natas pueden ser operadas manualmente al mismo tiempo durante condiciones de emergencia.

Hay un sistema concentrador de natas instalado que se utiliza para mejorar el manejo y disposición de las natas. Dentro del concentrador, las natas son separadas del agua y descargadas al contenedor de residuos para su disposición.

El concentrador descarga las aguas residuales, que son dirigidas hacia la estación de bombeo de drenaje de las obras de cabecera.

Cabe señalar que si las bombas de natas se detienen por alguna razón, se cerrará el lavado por rociado del pozo sumidero. El concentrador de natas continuará operando por un tiempo predeterminado para limpiar cualquier nata restante antes de que se dé inicio a su

detención. De modo similar, si el concentrador se detiene por alguna razón, se deberá detener la bomba de natas y el lavado por rociado de inmediato.

Control de Olores. Se cuenta con una instalación de control de olores para tratar el aire maloliente generado desde la instalación de las obras de llegada y el pozo sumidero de la SLS. Los extractores de las obras de llegada que operan de manera continua recolectan el aire viciado de los diversos sectores de la instalación para su neutralización por el paquete de tratamiento para el control de olores y su expulsión a la atmósfera. Las áreas seleccionadas para el control de olores incluyen los canales de afluentes y efluentes de las cribas de barras, la criba de barras mecánica, la sala abierta de procesamiento de residuos de cribado (nivel inferior), los desarenadores y los vertederos de efluente, el pozo sumidero de natas y el pozo sumidero de la estación de bombeo de desagüe.

La tecnología de tratamiento para el control de olores está diseñada como un sistema de dos etapas (el biofiltro seguido de un recipiente de adsorción de carbón activado de plataforma doble) equipado con bombas de recirculación y de adición de nutrientes con alimentaciones de agua por rociado. El sistema está compuesto de los siguientes componentes principales:

Tabla 3-10: Componentes principales tratamiento control de olores

<p>Plataforma del extractor:</p>	<p>Dos sopladores centrífugos, cada uno con válvulas de aislamiento y de retención de descarga.</p> <p>Colector de grasa en la toma de cada soplador monitoreado por un transmisor de presión.</p> <p>Medidor de presión en la toma y en la descarga para cada soplador.</p> <p>Transmisor de presión de la tubería colectora de descarga común.</p> <p>Espacio para un futuro analizador de H₂S en línea.</p>
<p>Plataforma de recirculación para control de olores:</p>	<p>Dos torres de filtros biopercoladores con medidor de flujo del aire efluente tratado.</p> <p>Bomba de recirculación a velocidad constante, una por torre (para recircular los nutrientes dentro de la torre de control de olores).</p> <p>Sistema de control de descarga y alimentación por rociado.</p> <p>Analizador de pH del agua de recirculación.</p> <p>Recipiente de Adsorción de Carbón de Plataforma Doble (luego de la chimenea de derivación).</p> <p>Espacio para dos futuros analizadores de sulfuro de hidrógeno en línea.</p>
<p>Sistema de alimentación de nutrientes:</p>	<p>Tanque de nutrientes.</p> <p>Bombas solenoides dosificadoras de velocidad variable (una por torre utilizada para la alimentación de nutrientes desde los tanques de nutrientes en la torre de filtros biológicos), cada una equipada con un medidor de presión de descarga y dispositivo de alivio de presión.</p>

Fuente y Elaboración: Propia

Sistema de Detección de Gases. El edificio de las obras de llegada incluye un sistema de seguridad de detección de gases diseñado para detectar y alertar al personal del área de

niveles peligrosos de gas sulfuro de hidrógeno, menores niveles explosivos de gases combustibles y niveles de oxígeno peligrosamente bajos. Las condiciones de advertencia predeterminadas o bien activarán las balizas ámbar o roja (ubicadas dentro y fuera del edificio) o harán sonar la sirena de alarma (ubicada dentro del edificio). Una vez activado este sistema de seguridad, los operadores no deberían ingresar al edificio de las obras de llegada y deberían reunirse de inmediato en una de las zonas seguras predeterminadas designadas por el encargado de seguridad del área del proyecto.

Estación de Bombeo de Drenaje. La estación de bombeo de drenaje recibe el flujo procedente del drenaje del área del proyecto y lo bombea de regreso al canal de afluente de las obras de llegada. Ubicado debajo de la superficie del terreno, el pozo sumidero de la estación de bombeo de drenaje es alimentado por gravedad desde el sistema de drenaje del área del proyecto mediante una tubería de 6 pulgadas y una de 8 pulgadas. Dos bombas sumergibles a prueba de obstrucciones, dispuestas en una tubería colectora de descarga común funcionan en el modo lead/lag (adelanto/retardo). El pozo sumidero está equipado con un instrumento de nivel sin contacto que sirve como el elemento de control primario para la estación de bombeo.

3.11 ESTACIÓN DE BOMBEO DE DESAGÜE

La siguiente sección presenta una descripción del pozo sumidero de la estación de bombeo de desagüe (SLS).

Tabla 3-11: Referencias de los Componentes del Proceso de la SLS

INGLÉS	ESPAÑOL
SEWAGE LIFT STATION OVERHEAD CRANE	PUENTE-GRÚA DE LA SLS
SEWAGE LIFT STATION PUMP NO. 1, 2, 3, 4, 5, 6.	BOMBA DE LA SLS No. 1, 2, 3, 4, 5, 6.
SEWAGE LIFT STATION SUMP PUMP NO 1,2.	BOMBA DE POZO HÚMEDO DE LA SLS No. 1,2.
SEWAGE LIFT STATION SURGE TANK NO 1,2.	TANQUE DE EQUILIBRIO DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO DE DESAGÜE 1,2

Fuente y Elaboración: Propia

Pozo sumidero de la estación de bombeo de desagüe (SLS) transporta las aguas residuales crudas desde las obras de llegada (Zona Baja) hasta La planta de tratamiento Enlozada (Zona Alta).

3.11.1 Descripción de los Componentes Principales

Pozo sumidero de la estación de bombeo de desagüe (SLS) está conformada por las siguientes estructuras y subsistemas:

- Pozo Sumidero de la Estación de Bombeo de Desagüe

- Bombas de la Estación de Bombeo de Desagüe
- Bombas de Pozo Húmedo
- Tanques de Equilibrio

Pozo Sumidero de la Estación de Bombeo de Desagüe. El pozo sumidero del afluente de la SLS es un sistema pasivo sin partes móviles. Esta estructura está ubicada inmediatamente aguas abajo de la instalación de remoción de arenas y cuenta con dos cámaras de almacenamiento que son alimentadas independientemente y son aislables. El efluente que proviene del desarenador es conducido hacia el pozo sumidero mediante una tubería colectora de 72 pulgadas que se divide, además, en dos tuberías de 60 pulgadas antes de ingresar a las cámaras individuales mediante una tubería descendente. Existe una válvula de aislamiento de guillotina en cada tubería colectora de afluente que debe permanecer completamente abierta durante la operación normal. De igual manera, existen compuertas deslizantes en cada tubería colectora de efluente de 60 pulgadas que deben permanecer completamente abiertas durante la operación normal. Estas compuertas de afluente y efluente solamente deben cerrarse para aislar las cámaras individuales para fines de limpieza y mantenimiento.

En caso de que se produzca un corte de energía o una situación de emergencia que origine el incremento del nivel del pozo sumidero por encima de lo normal, se cuenta con una tubería de rebose de 72 pulgadas para emergencias, como parte de la estructura del rebosadero para devolver cualquier exceso de caudal al río Chili. El rebose se limita a condiciones de emergencia únicamente y no está destinado a utilizarse para las condiciones normales de mantenimiento.

Cada cámara del pozo sumidero está equipada con una tubería presurizada de 6 pulgadas que recorre el perímetro interno, aproximadamente 1 pie por encima del piso del

tanque. La tubería tiene boquillas espaciadas uniformemente para limpiar el piso del pozo sumidero y suspender los sólidos acumulados durante los ciclos de limpieza. Las líneas de limpieza se alimentan de la tubería de descarga principal de 48 pulgadas y son operadas mediante una válvula de bola operada manualmente para permitir la aspersión de agua hacia el pozo sumidero. La válvula de bola está ubicada en la SLS y debe permanecer cerrada en todo momento, salvo durante los ciclos de limpieza predeterminados. La frecuencia de la limpieza será determinada por el operador.

Bombas de la Estación de Bombeo de Desagüe. El efluente proveniente del pozo sumidero de la SLS es transportado desde el rebosadero hasta la sala de bombas de la SLS mediante una sola tubería de 60 pulgadas. La sala de bombas de la SLS cuenta con un total de seis bombas centrífugas horizontales de carcasa partida (5 en servicio + 1 en reserva) con válvulas de bola de aislamiento motorizadas dispuestas en una tubería colectora común de aspiración y descarga. Las bombas de velocidad variable operan para transferir las aguas residuales a la caja medidora de afluentes primarios de la PTAR y a la cámara equipartidora de los clarificadores primarios en la Zona Alta. Cada bomba cuenta con dos sellos mecánicos provistos de agua de lavado. El drenaje del agua de lavado de los sellos es recolectado en drenes de zanja y luego dirigido a un sumidero donde el agua es bombeada hacia la estación de bombeo de drenaje.

Durante la operación normal, las bombas funcionarán en una configuración de leadlag o adelanto-retardo (adelanto/retardo1/retardo2/retardo3/retardo4/en espera) y operará para mantener un punto de ajuste predeterminado del nivel del pozo sumidero. Cada tubería de aspiración de la bomba tiene una válvula de macho y una válvula de escape de aire, mientras que la tubería de descarga cuenta con un conmutador de presión, un manómetro, una válvula de escape de aire, una válvula de retención de disco inclinado y una válvula de bola de

aislamiento. La bomba transporta las aguas residuales a una tubería de descarga de 48 pulgadas que se conecta a la cámara equipartidora de los clarificadores en la Zona Alta.

Sistema de Protección contra Ondas de Presión. El sistema de protección contra ondas de presión de la SLS incluye dos tanques de equilibrio de 13,000 galones (50 m³) equipados con un depósito flexible interno (bladder). Asimismo, cada bomba de la SLS está equipada con un volante de inercia para incrementar el momento de inercia para el conjunto de bomba/motor. El volante de inercia está integrado al motor y no requiere ningún mantenimiento especial, a menos que se indique lo contrario. Los operadores deberán verificar periódicamente la presión de precarga del depósito interno del tanque de equilibrio para asegurar que se mantenga a la presión requerida. El sistema SCADA también monitorea la presión de precarga de cada tanque. Se puede realizar ajustes a la presión de precarga utilizando una línea de suministro de aire que se extiende al nivel del terreno de cada uno de los tanques. El tanque de equilibrio no requiere limpieza y cuenta con un revestimiento interno para su protección contra la corrosión. El tanque de equilibrio no tiene que ser retirado de servicio para inspeccionar el estado del depósito interno. Para determinar el cronograma de inspección recomendado.

Aunque se espera que ambos tanques de equilibrio estén en operación en todo Momento, la pérdida de uno de ellos limitará automáticamente el número de bombas de la SLS que pueden funcionar. Si se reduce el efluente que sale de la SLS y se dirige hacia la Zona Alta, se mitigará las situaciones de ondas de presión cuando exista solo un tanque operando. La pérdida de ambos tanques de equilibrio provocará la parada de la estación de bombas de la SLS. Aunque el supervisor puede anular la parada de las bombas y continuar el bombeo, no se recomienda operar las bombas de efluente sin un sistema de protección contra ondas de presión en funcionamiento.

La sala de bombas de la SLS está equipada con un puente-grúa de 20 toneladas para facilitar el mantenimiento o remoción de todos los componentes de la SLS. La grúa no tiene capacidad nominal suficiente para izar toda la plataforma de bombas ensambladas, pero sí tiene capacidad para retirar o recoger todos los componentes individuales dentro de la SLS, incluyendo el conjunto de motor y volante de inercia.

3.12 TRATAMIENTO PRIMARIO

La siguiente sección contiene una descripción de la instalación de tratamiento primario ubicada en la Zona Alta de la planta de tratamiento.

Tabla 3-12: Referencias de los Componentes del Proceso de la Instalación de Tratamiento Primario

INGLÉS	ESPAÑOL
PRIMARY CLARIFIER NO.1, 2, 3, 4. CENTER FEED MECHANISM	ALIMENTADOR CENTRAL DEL CLARIFICADOR PRIMARIO NO. 3
PRIMARY CLARIFIER SCUM PUMP NO. 1, 2, 3, 4.	BOMBA DE NATAS NO. 1, 2, 3, 4. DEL CLARIFICADOR PRIMARIO
PRIMARY SLUDGE PUMP NO. 1, 2, 3, 4, 5, 6.	BOMBA DE LODOS PRIMARIOS No. 1, 2, 3, 4, 5, 6.
PRIMARY SLUDGE PUMP NO. 1, 2, 3, 4, 5, 6. GRINDER	TRITURADOR DE LODOS PRIMARIOS No. 1, 2, 3, 4, 5, 6.

Fuente y Elaboración: Propia

3.12.1 Función

El afluente primario es bombeado desde la estación de bombeo de desagüe (SLS), ubicada en la Zona Baja, hacia la ubicación de Quebrada Enlozada en la Zona Alta. El flujo

pasa a través de la caja del medidor de afluentes a fin de medir el flujo y luego ingresa a la caja partidora de los clarificadores primarios ubicada en la Zona Alta. La caja partidora distribuye el flujo equitativamente entre los cuatro clarificadores primarios circulares (PC). Los PC proporcionan un área de contención móvil y de gran tamaño para que los lodos sin tratar sean divididos por acción de la gravedad en lodos sedimentados y un efluente de los clarificadores primarios. Generalmente, los PC eliminan 40%-60% de los sólidos suspendidos totales (TSS) y 30%-40% de la demanda biológica de oxígeno (BOD). Las bombas de lodos y natas recolectan los lodos primarios y las natas de los PC y los bombean a los tanques de almacenamiento de lodos a través de una tubería colectora común. El efluente clarificado proveniente de los PC es descargado por los vertederos de efluentes y fluyen por gravedad hacia la estación de bombeo de los filtros percoladores.

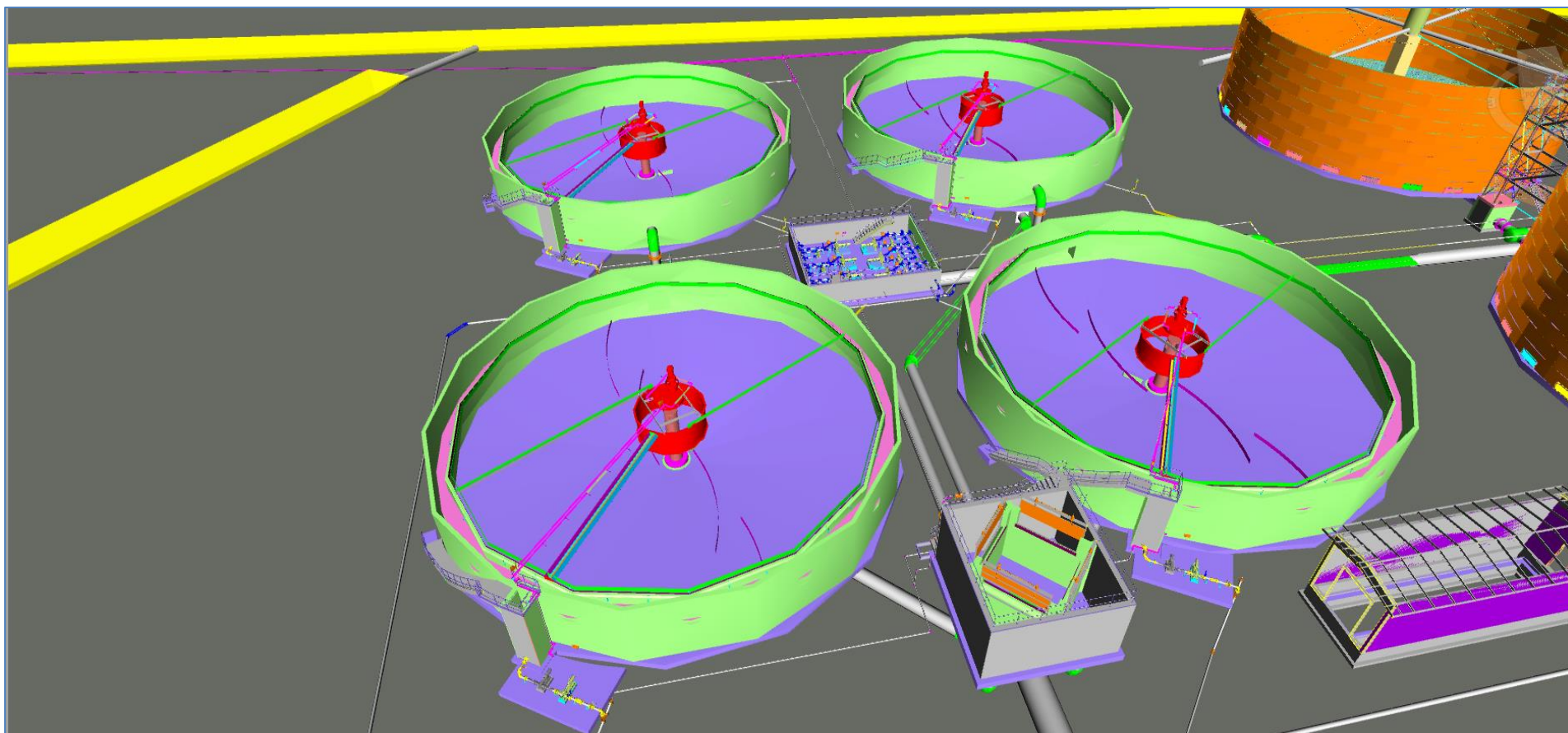


Figura 3-8: Modelo 3D de Clarificadores Primarios.

Fuente: Elaboración propia, de vista de planta de tratamiento trabajo realizado en oficina técnica - construcción - Empresa Skanska.

3.12.2 Descripción de Componentes Principales

La instalación de tratamiento primario consta de las siguientes estructuras y subsistemas:

- Flujómetros para afluentes
- Caja partidora de los clarificadores primarios
- Clarificadores primarios
- Eliminación de lodos primarios y natas

Flujómetros para Afluentes. En la tubería de afluentes, exactamente antes de la caja partidora, se encuentra un flujómetro magnético que mide el afluente que ingresa a la Planta de tratamiento. Asimismo se cuenta con una tubería de derivación y válvulas asociadas que permiten dar servicio al flujómetro mientras la tubería sigue funcionando.

Caja Partidora de Clarificadores Primarios. La caja divisora de los clarificadores primarios es una estructura rectangular de concreto que posee un área de distribución de afluente para aceptar el flujo que ingresa a la Planta de tratamiento. La estructura está compuesta por cuatro cajas inferiores de descarga que canalizan el flujo a cada uno de los PC. El flujo ingresa al área de distribución desde el fondo de la estructura de concreto y avanza en dirección ascendente para pasar por cuatro vertederos de cresta aguda hechos de plástico reforzado con fibra de vidrio e ingresar a las cuatro cajas inferiores de descarga individuales. Tuberías que salen desde cada una de estas cajas conducen el flujo hasta la columna central de afluente de cada PC. En cada caja inferior de descarga existe una compuerta deslizante de apertura hacia abajo para proporcionar aislamiento en caso de que sea necesario sacar cualquier PC para fines de mantenimiento.

Clarificadores Primarios. Las aguas residuales son transportadas a los cuatro PC circulares de alimentación central. Cada clarificador mide 35 m de diámetro. Las bombas de lodos, trituradores, tuberías y válvulas están ubicadas en el espacio abierto al centro de los cuatro clarificadores. El afluente primario fluye desde la caja divisora e ingresa a cada PC a una velocidad baja a través de una columna central de afluente, que también actúa como una columna de soporte para el mecanismo del clarificador. El mecanismo es circular, con alimentación central y paletas raspadoras cónicas espirales. El flujo sale de la columna de alimentación central a través de puertos rectangulares ubicados en la columna de afluente. La toma está diseñada para minimizar las gradientes de velocidad que ingresan al PC y dirigir el fluido en reposo de baja energía a la zona de sedimentación a través de un deflector circular ubicado en la mitad superior del tanque. Los lodos primarios se sedimentan en el fondo del PC mientras que el efluente primario clarificado fluye hacia la parte superior y perímetro del PC a una canaleta hasta una caja colectora. El flujo de una tubería colectora combinada con el efluente primario se dirige por gravedad a la estación de bombeo de los filtros percoladores. Cuando sea necesario, los PC pueden ser drenados por gravedad, a través del dren de la planta, hacia la Estación de Bombeo de los Filtros Percoladores. Los PC están diseñados para que, en el futuro, se puedan incorporar fácilmente cubiertas tipo domo a fin de alojar instalaciones de control de olores.

Eliminación de Lodos Primarios y Natas. Los lodos primarios se asientan en el fondo de los PC y se forman natas en la superficie del agua. Los mecanismos de recolección de lodos y natas giran lentamente al interior y en la parte superior del clasificador, respectivamente, con el objetivo de recolectar y mover los lodos y las natas. Los lodos primarios acumulados en el piso del clarificador son enviados por dos raspadores recolectores, de paletas espiraladas cónicas a una tolva de lodos ubicada en el centro del piso. Dos brazos

separadores de natas, de longitud completa, giran simultáneamente para recolectar y transportar las natas a una caja colectora de natas.

La profundidad del manto de lodos es monitoreada a diario (aproximadamente) por el personal de operaciones de la planta. Dependiendo de la profundidad del lodo, el operador determinará si se requiere un cambio en el volumen diario de bombeo de los lodos. Las bombas de lodos primarios son operadas con VFD y pueden ser controladas de una de las siguientes maneras: bombeo continuo a una tasa de flujo fijada por el operador, o bombeo intermitente (a una tasa de flujo determinada por el operador) para que el manto de lodos mantenga un nivel consistente. Nota 1: Es importante no bombear un volumen de lodos primarios mayor al necesario a fin de evitar que los tanques de retención de lodos se llenen con altos volúmenes de lodos diluidos. Los flujómetros ubicados en la tubería de descarga de las bombas de lodos primarios monitorean y almacenan datos de flujo en el sistema SCADA de la planta.

Existen cuatro bombas de lodos primarios de diafragma doble en uso (una bomba dedicada para cada PC) más dos bombas en reserva (una para cada par de PC) con tuberías y válvulas interconectadas para que cualquiera de las bombas sea aislada y pueda ser retirada de servicio para fines de mantenimiento sin afectar la remoción de lodos en ninguno de los clarificadores.

Cada bomba está equipada con un triturador de lodos aguas arriba que triturará cualquier trapo o sólido fibroso del flujo de lodos primarios antes de su bombeo para minimizar las probabilidades de que residuos grandes atoren las bombas. Las tuberías de extracción de lodos pueden requerir periódicamente la limpieza con varillas y con chorro de agua para eliminar obstrucciones.

La remoción de natas superficiales es un punto importante a considerar en el tratamiento primario. Los líquidos volátiles que a veces se encuentran en las aguas residuales son eliminados en este proceso, reduciendo el riesgo de explosión en los procesos aguas abajo. Además, las natas pueden atorar las tuberías, acumularse en las paredes y atascarse en los tanques. Los desnatadores giran simultáneamente con los colectores de lodos que están en la base del tanque para trasladar las natas superficiales hacia la playa de natas. Un deflector de natas ubicado en la periferia del PC evita que las natas rebosen los vertederos triangulares de efluentes. Cada giro del mecanismo del clarificador activa una válvula de descarga de chorro de agua para desalojar las natas de la playa de natas a los cuatro pozos sumideros de natas adyacentes a cada PC. Unas bombas lobulares rotativas de desplazamiento positivo transportan las natas del pozo sumidero a los tanques de retención de lodos. Las bombas de natas están ubicadas fuera del pozo sumidero de natas y operan en base al nivel dentro del pozo sumidero.

3.13 TRATAMIENTO SECUNDARIO

La siguiente sección contiene una descripción de la instalación de tratamiento secundario ubicada en la Zona Alta.

Tabla 3-13: Referencias de los Componentes del Proceso de la Instalación de Tratamiento Secundario

INGLÉS	ESPAÑOL
TFPS FEED PUMP NO. 1, 2, 3, 4, 5, 6.	BOMBA DE ALIMENTACIÓN DE LA TFPS No. 1, 2, 3, 4, 5, 6.
TRICKLING FILTER NO. 1, 2, 3, 4.	FILTRO PERCOLADOR NO 1, 2, 3, 4.
TRICKLING FILTER ROTARY SCREW COMPRESSOR NO.1, 2.	COMPRESOR DE TORNILLO GIRATORIO DEL FILTRO PERCOLADOR No.1,2.
SECONDARY CLARIFIER NO.1, 2, 3, 4, CENTER FEED MECHANISM	ALIMENTADOR CENTRAL DEL CLARIFICADOR SECUNDARIO No. 1, 2, 3, 4,
SECONDARY CLARIFIER SCUM PUMP NO. 1, 2, 3, 4,	BOMBA DE NATAS No. 1, 2, 3, 4, DEL CLARIFICADOR SECUNDARIO
RSS PUMP NO.1, 2, 3, 4, 5, 6.	BOMBA DE RSS No. 1, 2, 3, 4, 5, 6.
WSS PUMP NO.1, 2, 3.	BOMBA DE WSS No. 1, 2, 3.

Fuente y Elaboración: Propia

3.13.1 Función

El efluente primario fluye por gravedad desde los clarificadores primarios hacia la estación de bombeo de los filtros percoladores (TFPS) y es bombeado hasta los filtros percoladores.

El agua es distribuida en la parte superior del filtro percolador, donde percola a través de una biopelícula que crece en el sistema de medios plásticos. Después de pasar por el medio plástico, el efluente del filtro percolador regresa a la estación de bombeo de los filtros percoladores TFPS, donde un sistema de recirculación permite que una parte del flujo sea

recirculado hacia los filtros percoladores a fin de asegurar una tasa constante de humedecimiento, mientras que el resto del flujo pasa por gravedad al tanque de contacto de sólidos (SCB). En los SCB, el flujo ingresa a los tanques, donde es aireado con sopladores a través de difusores de burbuja fina. Este proceso optimiza la sedimentación en los clarificadores secundarios y proporciona mayor oxidación de las aguas residuales. El efluente de los SCB pasa a través de la caja partidora de los clarificadores secundarios, la cual distribuye el flujo equitativamente hacia los cuatro clarificadores secundarios circulares. Los lodos que se sedimentan en los clarificadores secundarios son o bien recirculados de vuelta a los SCB como lodos secundarios de retorno (RSS) o bien eliminados del sistema como lodos secundarios residuales (WSS). Los WSS y las natas superficiales se combinan y pasan a los tanques de retención de lodos (SHT). Los efluentes secundarios clarificados fluyen por gravedad a las instalaciones de desinfección antes de la descarga.

Mientras que el tren de tratamiento primario elimina los sólidos de mayor tamaño y fácil sedimentación, el proceso de tratamiento secundario elimina los orgánicos disueltos. El proceso de tratamiento secundario incluye filtros percoladores que eliminan la BOD, SBC que mejoran la floculación mediante la aireación a corto plazo y clarificadores secundarios que separan los sólidos del efluente secundario.

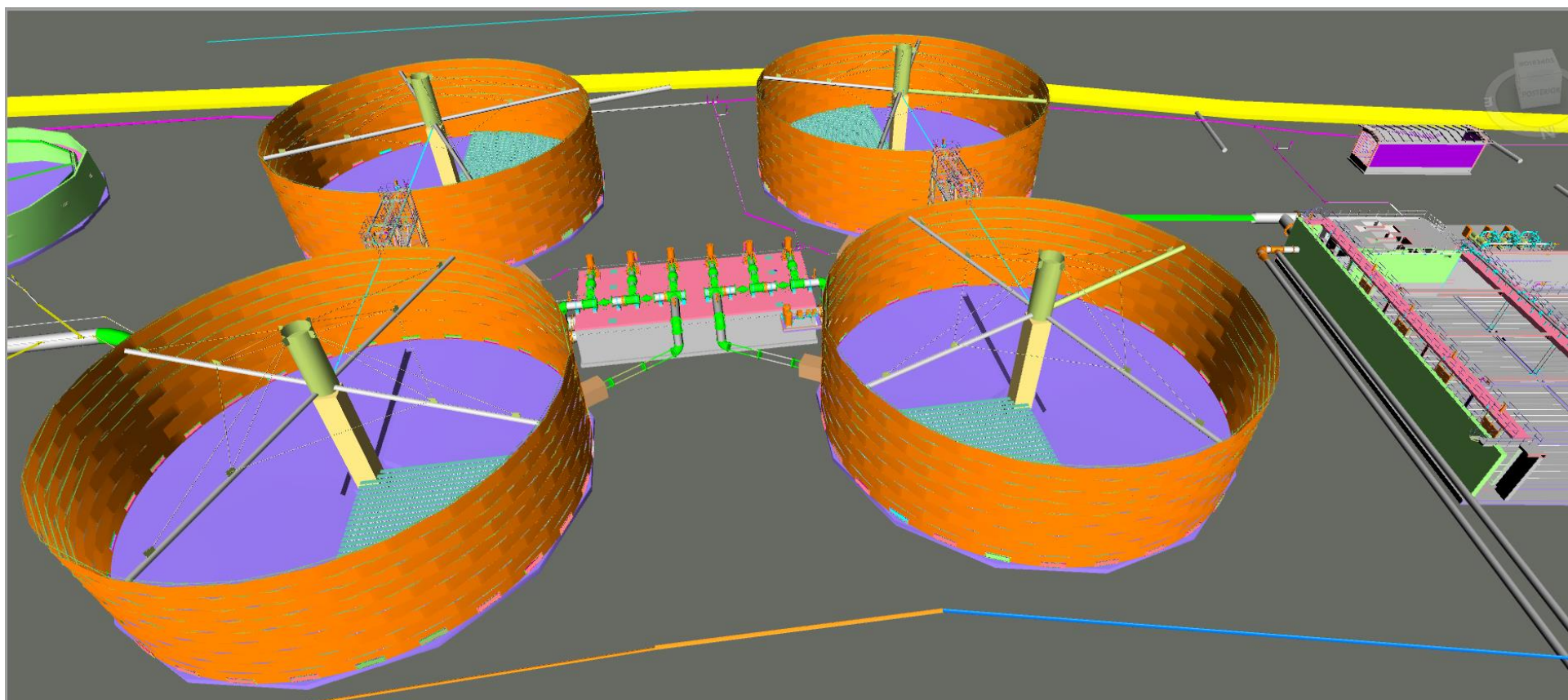


Figura 3-9: Modelo 3D de tratamiento secundario (tanques percoladores).

Fuente: Elaboración propia, de vista de planta de tratamiento trabajo realizado en oficina técnica - construcción - Empresa Skanska.

3.13.2 Descripción de Componentes Principales

La instalación de tratamiento secundario se compone de las siguientes estructuras y subsistemas:

- Estación de Bombeo de los Filtros Percoladores
- Filtros Percoladores
- Tanque de Contacto de Sólidos
- Clarificadores Secundarios
- Bombeo de RSS/WSS/Natas

Estación de Bombeo de los Filtros Percoladores. Después de pasar a través de los clarificadores primarios, el efluente primario es conducido a la TFPS a través de una tubería colectora común. El efluente primario ingresa a la cámara de TFPS y es bombeado y distribuido en los medios de los filtros percoladores. El flujo pasa a través de los filtros percoladores y retorna por gravedad a un canal central en la TFPS. Este canal central está dividido con un par de vertederos. Dependiendo de la tasa de flujo que ingresa a la planta, una parte del flujo de retorno es desviada de vuelta a las bombas de los filtros percoladores y recirculada a través de éstos. El flujo de retorno excedente (que es aproximadamente igual a la tasa de flujo que ingresa a la planta) es conducido a un vertedero y se dirige por gravedad a los SCB. Es necesario que el flujo de recirculación hacia los filtros percoladores sea constante a fin de mantener viva la biopelícula de los medios de los filtros percoladores. Hay una bomba de velocidad constante dedicada para cada filtro percolador con una bomba en reserva para cada par de filtros percoladores. La tasa de bombeo es de 30,000 lbs/día aproximadamente para cada filtro percolador.

A fin de determinar el número de filtros percoladores que deben operar en todo momento, consultar el cuadro guía de puesta en marcha que se muestra más adelante. Este cuadro indica la cantidad de filtros percoladores que necesitan operar en base a la carga de (BOD demanda bioquímica de oxígeno) de la planta de tratamiento. Si un operador necesita que le aclaren si se necesita poner en funcionamiento un nuevo filtro percolador, el operador primero debería tomar una muestra de la (BOD demanda bioquímica de oxígeno) del efluente primario y compararla con la BOD de los MLSS del filtro percolador para verificar si los filtros percoladores están eliminando la BOD de forma efectiva. Si la eficiencia es menor a la esperada, se debería poner en funcionamiento un nuevo filtro percolador.

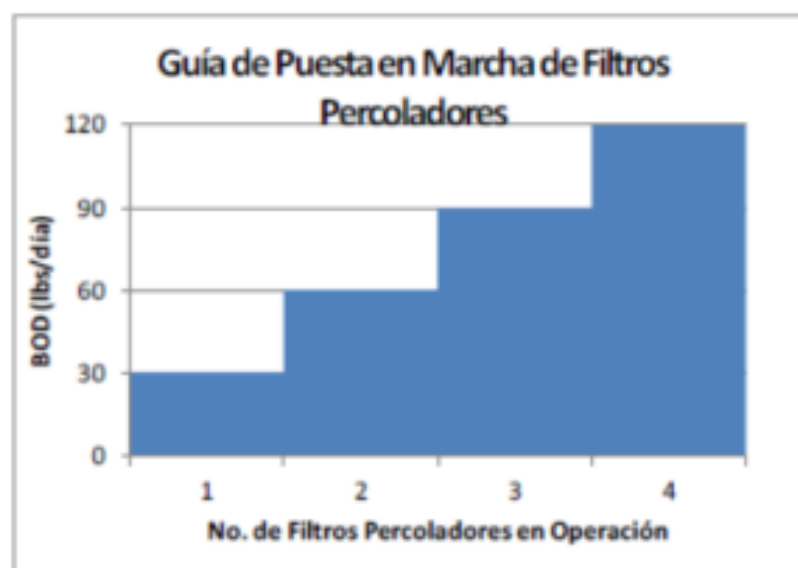


Figura 3-10: Puesta en marcha de filtros percoladores.

Fuente: Área técnica Empresa Skanska

Filtros Percoladores. El filtro percolador elimina los elementos orgánicos disueltos al permitir que los microbios consuman la BOD del efluente primario. Los microbios crecen hasta formar una película pegajosa en la superficie del medio denominada biopelícula, la cual

se desprende continuamente y pasa al efluente del filtro percolador, convirtiéndose en los lodos que se acumulan en los SCB.

Los filtros percoladores son un proceso biológico y requieren un período de puesta en marcha de hasta varias semanas para permitir que la biomasa crezca hasta un punto en que se pueda lograr suficiente tratamiento. Los filtros percoladores están destinados a estar en operación continuamente y sólo una o dos unidades pueden estar sin funcionar a la vez, dependiendo de las necesidades de carga y capacidad de la planta. Es importante que el período de puesta en marcha requerido para los filtros percoladores sea tomado en cuenta cuando se retire de operación una unidad para asegurar que no se necesitará la capacidad plena de la planta por algún tiempo. La vida de la biomasa depende del flujo de recirculación. La pérdida del flujo de recirculación por un determinado periodo de tiempo causará la muerte de la biomasa y la subsiguiente pérdida de la capacidad de tratamiento, y se requerirá volver a poner en marcha el filtro percolador (periodo de varias semanas).

El equipo principal en este proceso incluye el distribuidor de afluentes y los medios plásticos de los filtros percoladores. Los filtros percoladores constituyen la primera etapa del tratamiento biológico secundario en la PTAR, y la primera etapa del proceso de filtros percoladores/ contacto de sólidos. Después de los filtros percoladores, empieza el proceso de contacto de sólidos – un tanque de aireación con un tiempo breve de retención de sólidos (SRT) y de retención hidráulica (HRT), diseñado para mejorar la sedimentación de los lodos. Los filtros percoladores son un proceso de película fija que utiliza microbios que ocurren naturalmente, adheridos a un sustrato plástico para eliminar la mayor parte de la fracción soluble entrante de la demanda bioquímica de oxígeno (BOD).

La configuración básica de los filtros percoladores está constituida por dos tanques circulares de 42 metros de diámetro. El flujo bombeado desde los TFPS es transportado

directamente a cada filtro percolador mediante una bomba dedicada. El flujo ingresa a cada filtro percolador a través de una columna central e ingresa a una estructura central que distribuye el flujo equitativamente entre los brazos de un mecanismo distribuidor. Este mecanismo distribuye el flujo uniformemente en la superficie de los medios y es un factor importante para la optimización del rendimiento de los filtros percoladores. La tasa de aplicación hidráulica es constante de acuerdo a la tasa de bombeo. Un aumento de la velocidad del distribuidor puede ocasionar la acumulación de sólidos excedentes, menor transferencia de oxígeno y reducción en la conversión de la BOD y la capacidad de oxidación del amoníaco. De modo similar, una reducción de la velocidad del distribuidor incrementa el desprendimiento hidráulico de la biomasa y puede evitar el taponado, un menor rendimiento y la generación de olores en filtros percoladores que estén muy cargados. La velocidad del distribuidor es ajustable y puede variar automáticamente de acuerdo a la tasa de carga diurna de la planta. La velocidad también puede ser ajustada automáticamente para que suministre un ciclo periódico de lavado según sea necesario.

El flujo percola a través de los medios plásticos apilados y es recolectado por un sistema de subdrenes ubicado debajo de los medios del filtro. Los filtros percoladores están diseñados como tanques aspirados naturalmente, pero se tienen espacios para incorporar ventiladores en el futuro de requerirse aireación adicional. Si se necesita controlar olores en el futuro, los filtros percoladores están diseñados para admitir cubiertas tipo domo con el fin de recolectar y tratar el aire antes de su descarga.

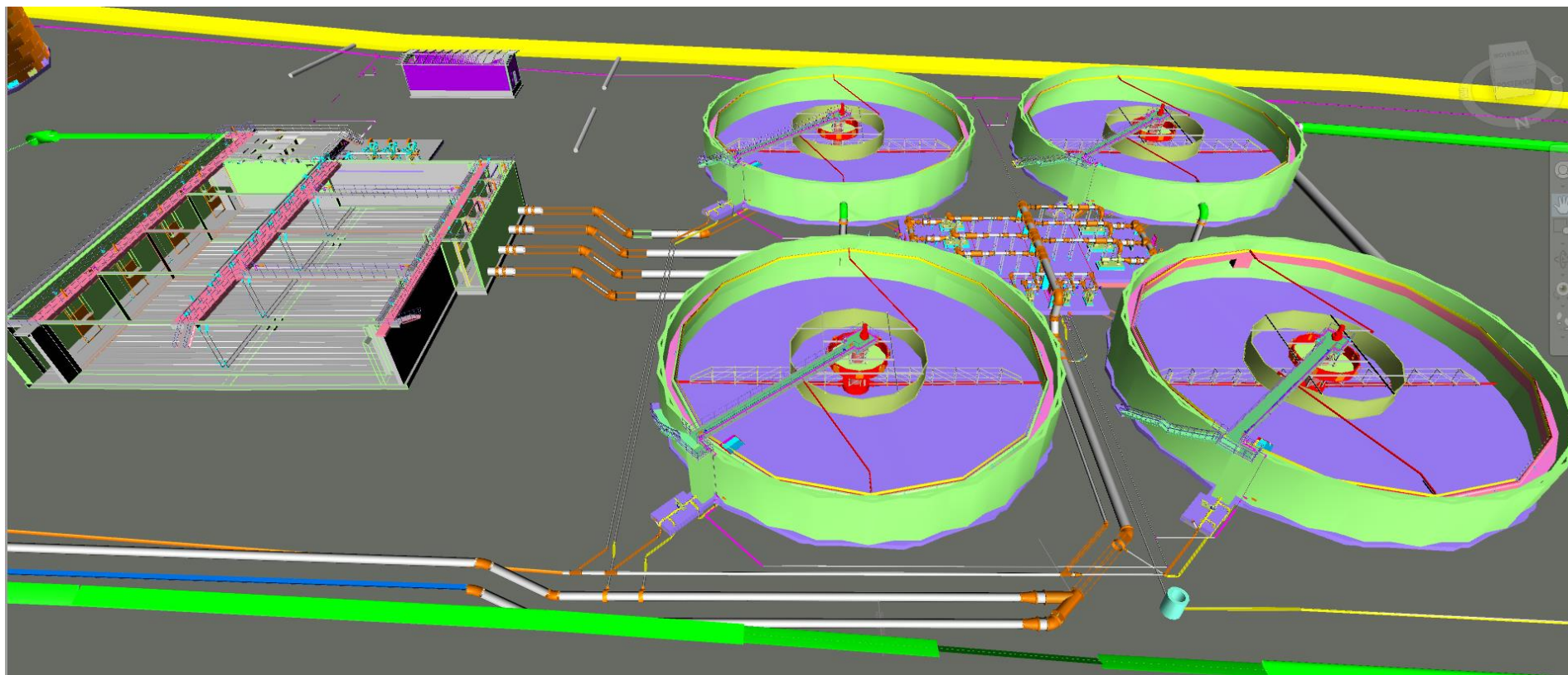


Figura 3-11: Modelo 3D tratamiento secundarios (Tanque de sólidos, clarificadores secundarios).

Fuente: Elaboración propia, de vista de planta de tratamiento trabajo realizado en oficina técnica - construcción - Empresa Skanska.

Tanques de Contacto de Sólidos (SCB). Los SCB y las instalaciones asociadas operan junto con los filtros percoladores de la planta para formar un proceso de filtros percoladores/contacto de sólidos. Las corrientes combinadas de RSS y el efluente de los filtros percoladores son aireadas en los SCB a fin de optimizar la floculación de los sólidos del efluente de los filtros percoladores para obtener una mejor capacidad de sedimentación de los lodos y eliminar biológicamente el BOD residual. El SCB también cuenta con una estructura divisora de flujos aguas abajo que fraccionará el flujo que va hacia los clarificadores secundarios.

Los procesos de contacto de sólidos incluyen tanques de contacto de sólidos, remoción de natas superficiales, sistema de drenaje de tanques, sistema de aireación de difusores, estructura divisora de flujos, sistema de aireación de los tanques de contacto de sólidos y sopladores.

El efluente de los filtros percoladores fluye hacia el canal del afluente de los SCB. Este canal permite que el flujo pase a uno de los cuatro SCB. Un vertedero de cresta aguda fijo, de 4 m de longitud, en el extremo del efluente de cada SCB mantiene las mismas elevaciones de la superficie del agua y proporciona divisiones equitativas del flujo entre los cuatro SCB. Cada tanque está aislado por compuertas deslizantes motorizadas de apertura hacia abajo ubicadas en la pared común entre el canal de afluente y los tanques de contacto de sólidos. Estas compuertas se abren por completo para brindar una entrada de superficie de agua libre a cada SCB. El rebose del vertedero de cada tanque es recolectado en un canal común de efluente de 1.5 m de ancho que transporta el Licor Mezclado a la caja partidora de flujo del SCB aguas abajo. Los canales de afluente y efluente siempre están en operación y no pueden dejar de funcionar. Las aguas residuales en el canal de afluente de los SCB son aireadas con suficiente aire para permitir la mezcla, que evite la deposición de sólidos y garantice que los RSS y los TFE se mezclen por completo en el canal. La concentración

óptima de MLSS en el SCB generalmente está en un rango de 1,200 mg/l a 1,500 mg/l y es controlada por la tasa de bombeo del flujo de Lodos Secundarios Residuales hacia el Tanque de Retención de Lodos.

Cuando la concentración está por debajo de la concentración óptima, se debería reducir la tasa de bombeo de WSS, y ésta debería aumentarse si la concentración es muy alta. El SRT total está en un rango de 0.5 a 1 día, incluyendo los lodos en los SCB y los SC.

Los tanques de contacto de sólidos tienen pisos inclinados que conducen a un sumidero colector central. Cada sumidero de drenaje del tanque cuenta con una válvula de macho de accionamiento manual sumergida para permitir el drenaje. Las tuberías de drenaje de los tanques se combinan fuera de la estructura del SCB y el flujo resultante se dirige por gravedad a la estación de bombeo de drenaje de la planta. Cabe indicar que es importante monitorear atentamente el flujo de los drenes hacia la estación de bombeo de drenaje de la planta de manera que no se exceda la capacidad de la estación de bombeo y se genere un derrame.

Los SCB son aireados por dos motivos: para suministrar oxígeno disuelto (DO) para la respiración de los microorganismos que se encuentran en los lodos y como aire de mezcla para asegurar que los sólidos que están en los tanques permanezcan en suspensión y se mezclen totalmente.

Los difusores de disco con membrana de burbuja fina son distribuidos a lo largo de los SCB para maximizar la eficiencia de la aireación a la vez que se mantiene el espacio libre adecuado requerido que permita efectuar las actividades de mantenimiento dentro de los tanques durante las operaciones de limpieza intermitentes. El aire de mezcla requerido para los canales de afluentes y efluentes de los SCB proporciona cierta cantidad de oxígeno al licor mezclado. El sistema es capaz de mantener una concentración de oxígeno disuelto (DO) de 2

mg/l en cada SCB bajo todas las condiciones de diseño. La concentración de oxígeno disuelto (DO) es controlada por el sistema de sopladores automatizados que recibe información sobre los niveles de oxígeno disuelto (DO) en los tanques, medidos por las sondas de oxígeno disuelto (DO), y responde para alcanzar los puntos de ajuste del nivel de oxígeno disuelto (DO). Como cada cierto tiempo se pueden apagar las redes de difusores, los difusores de disco con membrana evitan el reflujo del licor mezclado hacia el sistema de difusores.

Caja Partidora de Flujo de los SCB. La estructura divisora de flujos ubicada aguas abajo del canal común de efluente de los SCB divide el flujo entre los Clarificadores Secundarios No. 1 a No. 4. El flujo pasa por estos vertederos, se dirige a las cajas inferiores de descarga individuales y es transportado a través de tuberías de licor mezclado a los Clarificadores Secundarios 1 al 4. Cabe indicar que es importante no suministrar demasiada aireación directamente en frente de los vertederos de división de flujo, ya que esto puede causar una distribución desigual del flujo hacia los clarificadores. Se recomienda fijar la tasa de aireación para solo mantener los sólidos en suspensión.

Clarificadores Secundarios. Los clarificadores secundarios forman parte integral del proceso de tratamiento secundario de filtros percoladores/contacto de sólidos y están ubicadas aguas abajo de los SCB. Sirven para separar los sólidos del efluente secundario. Los lodos secundarios, formados como flóculo en los tanques de contacto de sólidos, son sedimentados en este proceso y son o bien recirculados de vuelta a los SCB como RSS o dirigidos a los tanques de retención de lodos como WSS.

Para la remoción secundaria de lodos se cuenta con clarificadores secundarios con alimentación central y un mecanismo de remoción de lodos de los colectores de aspiración.

Este tipo de clarificador se emplea para la sedimentación secundaria por las siguientes razones:

La característica de remoción rápida de lodos de los colectores de aspiración con puertos colectores múltiples elimina los lodos eficientemente y evitan su acumulación con una agitación mínima de lodos.

Los brazos duales de la tubería colectora de lodos mantiene una condición hidráulica uniforme en toda la superficie del clarificador.

- El pozo de floculación y las estructuras de entrada disipadoras de energía
- proporcionan zonas en reposo para la refloculación.
- El desnatador retira las natas flotantes de la superficie.
- Las bombas secundarias de natas retiran las natas acumuladas en los SC 1 a 4 y
- las descargan a los tanques de almacenamiento de lodos, donde son mezcladas con
- lodos primarios y secundarios y otros efluentes de natas.

Las tuberías de RSS individuales que salen del fondo de cada clarificador conectan cada una de las áreas de extracción y remoción de lodos de los clarificadores secundarios con la estación de bombeo de RSS/WSS. El efluente de los clarificadores secundarios se dirige a las instalaciones de desinfección. Un conjunto de cuatro bombas de natas (un pozo sumidero de natas para cada clarificador) retira las natas y las transporta al tanque de retención de lodos, donde se mezclan con los WSS, lodos primarios, natas primarias y natas de los SCB.

Bombeo de RSS/WSS. La estación de bombeo de RSS/WSS y las instalaciones relacionadas remueven los lodos sedimentados de los clarificadores secundarios y los devuelven al canal de entrada de los SCB. Las bombas de WSS transportan los lodos

excedentes a los SHT para mantener una concentración aproximada de MLSS de 1,200 mg/l a 1,500 mg/l en los tanques de contacto de sólidos.

La estación de bombeo de RSS/WSS está ubicada al centro de los cuatro clarificadores secundarios. Las cuatro bombas de RSS (una bomba por clarificador secundario, con una bomba común en reserva para dos clarificadores, haciendo un total de seis bombas) retiran los lodos sedimentados del fondo del clarificador. Los lodos de todas las bombas de RSS se combinan en una tubería de descarga común. Los WSS son retirados de esta tubería de RSS común utilizando tres bombas de WSS (dos en servicio y una en reserva) y son transferidos a los tanques de retención de lodos.

Las bombas de RSS están diseñadas para admitir una tasa de bombeo de lodos de retorno de entre 30% y 100% del caudal de diseño promedio diario de la planta. El operador puede utilizar un muestreador “testigo de lodos” (Sludge Judge) para medir la profundidad de los lodos en el clarificador secundario, lo que permite que el operador determine si es necesario ajustar la tasa de RSS. Un manto de lodos muy alto puede ocasionar que los lodos rebosen los vertederos de los clarificadores y entren en contacto con el efluente secundario. Cuando el manto de lodos es muy alto, esta altura se puede reducir aumentando la tasa de bombeo de RSS.

Si el manto de lodos es muy bajo, se necesitará reducir la tasa de bombeo de RSS para evitar que los lodos de retorno se diluyan. Si los lodos de retorno están muy diluidos, las bombas de WSS bombearán demasiado líquido con los lodos, lo que reducirá la efectividad de los procesos de espesamiento en el SHT y potencialmente causará la reducción de la capacidad del SHT.

Las bombas de WSS están diseñadas para admitir el rango de flujos previsto requerido para mantener una concentración consistente de MLSS en los SCB. Las bombas de WSS

están diseñadas para operar de forma continua, ajustándose el punto de ajuste del caudal de acuerdo a la necesidad, la cual se basa en la concentración medida de los MLSS de las muestras aleatorias diarias. El aumento o la reducción de la tasa de bombeo de los WSS aumentarán o disminuirán la concentración de MLSS, respectivamente. Si el operador desea alterar las tasas de bombeo de los WSS, se recomienda realizar solo pequeños cambios ya que los efectos de cualquier cambio no serán instantáneos.

3.14 ESTRUCTURAS DE DERIVACIÓN DE EFLUENTES Y DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA.

La siguiente sección contiene una descripción de la estructura de derivación de efluentes, los aforadores de efluente (ambos ubicados en la Zona Alta) y la estructura de disipación de energía (ubicada en la Zona Baja).

Tabla 3-14. Referencias de los Componentes de la Estructura de Derivación de Efluentes.

INGLÉS			ESPAÑOL
EFFLUENT MIXER	DIVERSION	STRUCTURE	MEZCLADOR DE LA ESTRUCTURA DE DERIVACIÓN DE EFLUENTES
EQUALIZATION FLUME NO. 1, 2.	BASIN	EFFLUENT	AFORADOR NO. 1, 2. DEL EFLUENTE DEL TANQUE DE COMPENSACIÓN
RIVER EFFLUENT FLUME NO. 1, 2.			AFORADOR NO. 1, 2. DEL EFLUENTE DEL RÍO

Fuente y Elaboración: Propia

3.14.1 Función.

El efluente tratado del clarificador secundario (ubicado en la Zona Alta) fluye hacia la estructura de derivación de efluentes (también ubicada en la Zona Alta) y puede ser derivado

hacia dos ubicaciones – al tanque de compensación (EQ) fuera del área de la planta de tratamiento o al río Chili – dependiendo de las condiciones operativas y los requerimientos de agua.

Opción de descarga al tanque de compensación (EQ). El efluente de la estructura de derivación descarga hacia la estructura de aforadores de efluente (ubicada en la Zona Alta e inmediatamente aguas abajo de la estructura de derivación de efluentes), y fluye hacia el tanque de compensación (EQ) ubicado fuera del área del proyecto (en la Zona Alta). El tanque de compensación (EQ) sirve de pozo sumidero para la Estación de Bombeo 3B que envía el efluente tratado hasta el área de la mina. El tanque de compensación (EQ) y la Estación de Bombeo 3B no forman parte de la planta de tratamiento, se describe el pozo sumidero de NPW, que es una extensión de la caja de mezcla de efluentes de la estructura de derivación de efluentes.

Opción de descarga al río Chili. El efluente de la estructura de derivación descarga a la estructura de aforadores de efluente (ubicada en la Zona Alta e inmediatamente aguas abajo de la estructura de derivación de efluente) y fluye mediante una tubería de 48 pulgadas hacia la Zona Baja, descargando al río Chili a través de la estructura de disipación de energía (también ubicada en la Zona Baja e inmediatamente aguas abajo de la estructura de derivación de efluentes). La estructura de disipación de energía disipa el exceso de presión del agua que sale de la tubería de descarga al río y sirve para controlar la elevación de la superficie del agua en la tubería a fin de permitir un tiempo de residencia suficiente para la desinfección posterior a la cloración.

3.14.2 Descripción de Componentes Principales.

Las estructuras de derivación de efluentes y de disipación de energía están compuestas por las siguientes estructuras y subsistemas:

- Pozo sumidero y estación de bombeo de NPW (ver Sección 8)
- Estructura de derivación de efluentes
- Aforadores de efluente
- Estructura de disipación de energía

Estructura de derivación de efluentes (Zona Alta). El flujo procedente de los clarificadores secundarios ingresa a la cámara de mezcla de la estructura de derivación, donde es mezclado instantáneamente con cloro para crear la zona de mezcla para la desinfección del efluente. Luego de la mezcla, el agua continúa alrededor de un tabique sumergido dirigiéndose hacia la cámara partidora, la cual envía el flujo hacia una de las siguientes estructuras: la cámara de amortiguación del tanque EQ, la cámara de amortiguación de descarga al río o el pozo sumidero de NPW

Cámara de amortiguación del tanque EQ. El efluente de la cámara de amortiguación del tanque EQ fluye por gravedad a través de dos compuertas manuales hacia la estructura de aforadores de efluente del tanque EQ, antes de ser descargado a una instalación de tanques EQ ubicada fuera de la planta de tratamiento (estación de bombeo 3B), para luego ser bombeado a la mina.

Cámara de amortiguación de descarga al río. Si los operadores de la estación de bombeo 3B suspenden el bombeo desde la estructura de derivación de efluentes hacia la mina, o si el caudal de la planta de tratamiento excede el punto de ajuste del caudal del tanque EQ, causando un incremento en el nivel del efluente en la cámara de mezcla por encima del nivel fijado en ésta, el agua en la estructura de derivación de efluentes se desborda por un vertedero fijo de rebose al río hacia la cámara de amortiguación de descarga al río. El efluente en la cámara de amortiguación de descarga al río fluye por gravedad a través de dos compuertas

manuales hacia la estructura de aforadores de efluente de descarga al río. Luego, el efluente es descargado a una estructura de disipación de energía ubicada en la Zona Baja, antes de ser descargado al río Chili.

El muestreo del efluente se realiza mediante una bomba de muestreo sumergible que proporcionará muestras que puedan ser enviadas a un laboratorio para un análisis de componentes. La bomba de muestreo estará ubicada en la sala de muestras. Para medir el caudal de efluente se utilizan sensores de nivel instalados en cada uno de los aforadores Parshall. El total del caudal que se descarga a través de los cuatro aforadores de efluente es igual al caudal de efluente total que sale de la planta de tratamiento

Aforadores de efluente (Zona Alta). El efluente proveniente del tanque EQ y de las cámaras de amortiguación de descarga al río fluye hacia las estructuras de aforadores designadas a través de tuberías de 72 pulgadas separadas. Los cuatro aforadores (dos por cámara de amortiguación), los cuales comparten una pared en común, están equipados con una compuerta deslizante de doble vástago para aislamiento de afluentes y un aforador Parshall de 48 pulgadas para la medición del caudal. Un par de aforadores recibe el afluente de la cámara de amortiguación del tanque EQ, mientras que los otros dos aforadores reciben el afluente de la cámara de amortiguación de descarga al río. Ambos pares de aforadores están equipados con una tubería de descarga que envía el efluente tratado ya sea al tanque EQ ubicado fuera del área de la planta de tratamiento (para uso en la mina) o a la estructura de disipación de energía (para descarga al río).

Estructura de disipación de energía (Zona Baja). El efluente de la cámara de amortiguación de descarga al río pasa por los aforadores (Zona Alta) y es derivado a la estructura de disipación de energía en la zona baja mediante una sola tubería de 48 pulgadas. Esta única tubería se divide en dos tuberías de 48 pulgadas antes de ingresar a la estructura de

disipación de energía. Cada tubería tiene la capacidad de manejar la totalidad del flujo proveniente de los aforadores de descarga al río en caso de que una tubería esté fuera de servicio. Esta estructura disipa el “exceso de energía” o el exceso de velocidad del agua que sale de la tubería de descarga al río. La caja de válvulas de la estructura de disipación de energía está equipada con dos bombas de sumidero sumergibles a prueba de obstrucciones para retirar toda agua recolectada.

3.15 SISTEMA DE AGUA NO POTABLE.

La siguiente sección presenta una descripción de la Estación de Bombeo de Agua No Potable (NPW) ubicada en la Zona Alta

Tabla 3-15. Referencias de los Componentes del Proceso de la Estación de Bombeo de NPW.

INGLÉS	ESPAÑOL
NPW PUMP NO.1, 2, 3.	BOMBA DE NPW No. 1, 2, 3.
NPW PUMPS SELF-CLEANING STRAINER NO.1, 2.	FILTRO DE AUTOLIMPIEZA PARA NPW No. 1, 2.
NPW PUMP STATION SURGE TANK NO. 1, 2.	TANQUE DE EQUILIBRIO No. 1, 2. DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO DE NPW
NPW STORAGE RESERVOIR (AREA 150)	RESERVOIRIO PARA ALMACENAMIENTO DE NPW (ÁREA 150)

Fuente y Elaboración: Propia

3.15.1 Función.

Los efluentes provenientes de los clarificadores secundarios son difundidos con cloro en la caja de mezcla de efluentes antes de la descarga de efluentes de la planta. La alimentación del pozo sumidero de Estación de Bombeo de Agua No Potable (NPW) es controlada por una compuerta deslizante manual que normalmente está abierta. Con la compuerta deslizante abierta, el pozo sumidero de Estación de Bombeo de Agua No Potable

(NPW) se convierte en una extensión de la caja de mezcla de efluentes. Las bombas de Estación de Bombeo de Agua No Potable (NPW) de velocidad constante funcionan para extraer los efluentes del pozo sumidero de NPW a fin de suministrar agua de procesos de NPW para la Zona Alta, mediante una red de distribución de NPW. El Tanque de Almacenamiento de NPW controla la presión en el sistema de distribución de NPW.

3.15.2 Descripción de los Componentes Principales.

La Estación de Bombeo de NPW está ubicada en la zona alta de la estructura de derivación de efluentes (Área 160). La Estación de Bombeo de NPW está conformada por las siguientes estructuras y subsistemas:

- Pozo Sumidero de NPW.
- Estación de Bombeo de NPW.
- Filtros.
- Tanques de Equilibrio.
- Tanque de Almacenamiento de NPW.
- Sistema de Distribución de NPW.

Pozo Sumidero de NPW. El Pozo Sumidero de NPW es una extensión de la caja de mezcla de efluente de la estructura de derivación de efluentes. El agua proveniente de la Estructura de Derivación de Efluentes es alimentada al Pozo Sumidero de NPW a través de una compuerta deslizante de operación manual hacia un canal serpenteante que evita los cortocircuitos y brinda un tiempo de contacto con el cloro para lograr una desinfección total.

Estación de Bombeo de NPW. La Estación de Bombeo de NPW recibe el flujo proveniente del Pozo Sumidero de NPW y lo bombea hacia el sistema de Distribución de NPW y hacia el Tanque de Almacenamiento. Las Bombas de NPW (2 en servicio + 1 en reserva), dispuestas en un colector de aspiración común de 14" de diámetro, operan en modo adelanto/retardo. Cada bomba descarga a un colector de descarga común de 10" de diámetro. La tubería de aspiración de la bomba está equipada con una válvula de compuerta para aislamiento y la descarga de cada bomba está equipada con una válvula de retención oscilante, una válvula de compuerta para aislamiento y una válvula de escape de aire. Un flujómetro medirá la descarga proveniente de la estación de bombeo.

Filtros. La descarga proveniente de las Bombas de NPW es transportada hacia dos filtros automáticos paralelos de lavado a contracorriente. Los filtros están equipados con mallas de acero inoxidable de 100 μm para eliminar las partículas provenientes de los efluentes clorados y realizar un lavado automático a contracorriente cuando se mida una presión diferencial de 7 psi en todos los filtros. Los filtros también pueden ser lavados a contracorriente manualmente. El agua de lavado de los filtros a contracorriente es transportada hacia la estación de bombeo de drenaje de la planta.

Tanques de Equilibrio. El sistema de protección contra ondas de presión del NPW incluye dos tanques de equilibrio equipados con depósitos flexibles (bladders) internos. Los operadores deberían verificar periódicamente la presión de precarga del depósito interno de cada tanque de equilibrio para asegurar que se mantenga a la presión requerida en equilibrio. El sistema SCADA también proporciona un sensor en cada tanque para monitorear la presión de precarga. Se pueden realizar ajustes a la presión de precarga mediante una línea de suministro de aire que se extiende al nivel del terreno de cada uno de los tanques. El tanque de equilibrio no requiere limpieza y cuenta con un revestimiento interno de protección contra la

corrosión. Sin embargo, el tanque sí requiere ser retirado de servicio periódicamente para inspeccionar el estado del depósito interno.

Tanque de Almacenamiento de NPW. El NPW es almacenada en este tanque a la elevación más alta del área del proyecto de la PTAR Enlozada. El Tanque de Almacenamiento de NPW está hecho de concreto y establece la línea de gradiente hidráulico (presión) para el sistema de distribución de NPW. El agua ingresa al tanque de almacenamiento de NPW por dos válvulas de retención tipo pico de pato de 12" de diámetro y sale por una válvula de retención de 12" de diámetro. La válvula de retención tipo pico de pato y la válvula de retención de salida están ubicadas en lados opuestos del tanque para minimizar la probabilidad de un cortocircuito y proporcionar inversión dentro del tanque de almacenamiento. El tanque de almacenamiento de NPW también está equipado con tubería de rebose y de drenaje del tanque. Las elevaciones mínimas y máximas de la superficie del agua en el tanque son 2349.94 m y 2352.19 m, respectivamente. El nivel mínimo de agua en el tanque de almacenamiento de NPW está determinado de tal manera que exista una capacidad de reserva en caso de que se produzca una necesidad de agua contra incendio durante un corte de energía eléctrica.

Sistema de Distribución de NPW. El sistema de distribución de NPW transporta el NPW por medio de tuberías de HDPE hacia varios componentes tales como llaves de manguera, boquillas rociadoras, agua de sello para bombas, filtro prensa de bandas e hidrantes contra incendios ubicados dentro de la Zona Alta. Existen cuatro hidrantes contra incendio en la planta de tratamiento que tienen capacidad para proporcionar 1,500 gpm cada uno y una presión mínima de 20 psi. Los caudales de los demás componentes están en un rango entre 10 gpm (llave de manguera) y 200 gpm (sistema de alimentación de polímeros) a presiones mínimas de 35 psi a 50 psi, respectivamente. Se determinaron las elevaciones superficiales del agua en el Tanque de Almacenamiento de NPW, así como los tamaños de las tuberías del

sistema de distribución de NPW de manera que se pudiera garantizar que las bombas de NPW pudieran cumplir con las presiones y caudales de operación mínimos requeridos por el sistema o, en el caso de flujos de agua contra incendio, que éstos puedan ser complementados con flujos desde el Tanque de Almacenamiento de NPW. Se ha proporcionado válvulas de aislamiento en el sistema de distribución para aislar secciones del sistema para fines de mantenimiento o en caso de emergencias. La presión operativa mínima en la estación de bombeo de NPW es, aproximadamente, 100 psi con bombas de NPW en operación y 55 psi con bombas de NPW fuera de servicio, y todo el flujo suministrado desde el Tanque de Almacenamiento de NPW.



3.16 SISTEMA DE CLORACIÓN

La siguiente sección contiene una descripción del sistema de cloración para la Planta de tratamiento

Tabla 3-16: Referencias de los Componentes del Sistema de Cloración

INGLÉS	ESPAÑOL
CHLORINE CONTAINER ELECTRIC MONORAIL	MONORRIEL ELÉCTRICO DEL CONTENEDOR DE CLORO
CHLORINE EVAPORATOR NO.1, 2.	EVAPORADOR DE CLORO NO. 1, 2. 1, 2.
CHLORINATOR NO 1, 2.	CLORADOR No. 1, 2.
CHLORINATION SYSTEM INJECTOR	INYECTOR DEL SISTEMA DE CLORACIÓN
CHLORINATION SYSTEM SCRUBBER	DEPURADOR DEL SISTEMADE CLORACIÓN
CHLORINATION SYSTEM SCRUBBER BLOWER NO.1	SOPLADOR No.1 DEL DEPURADOR DEL SISTEMA DE CLORACIÓN
DIESEL GENERATOR	GENERADOR DIESEL

Fuente y Elaboración: Propia

3.16.1 Función

Se utiliza cloro gaseoso para la desinfección a fin de cumplir con los requerimientos de calidad de agua efluente propuestos para coliformes fecales y cloro residual. La función principal de estas instalaciones es garantizar la desinfección segura, rigurosa y continua.

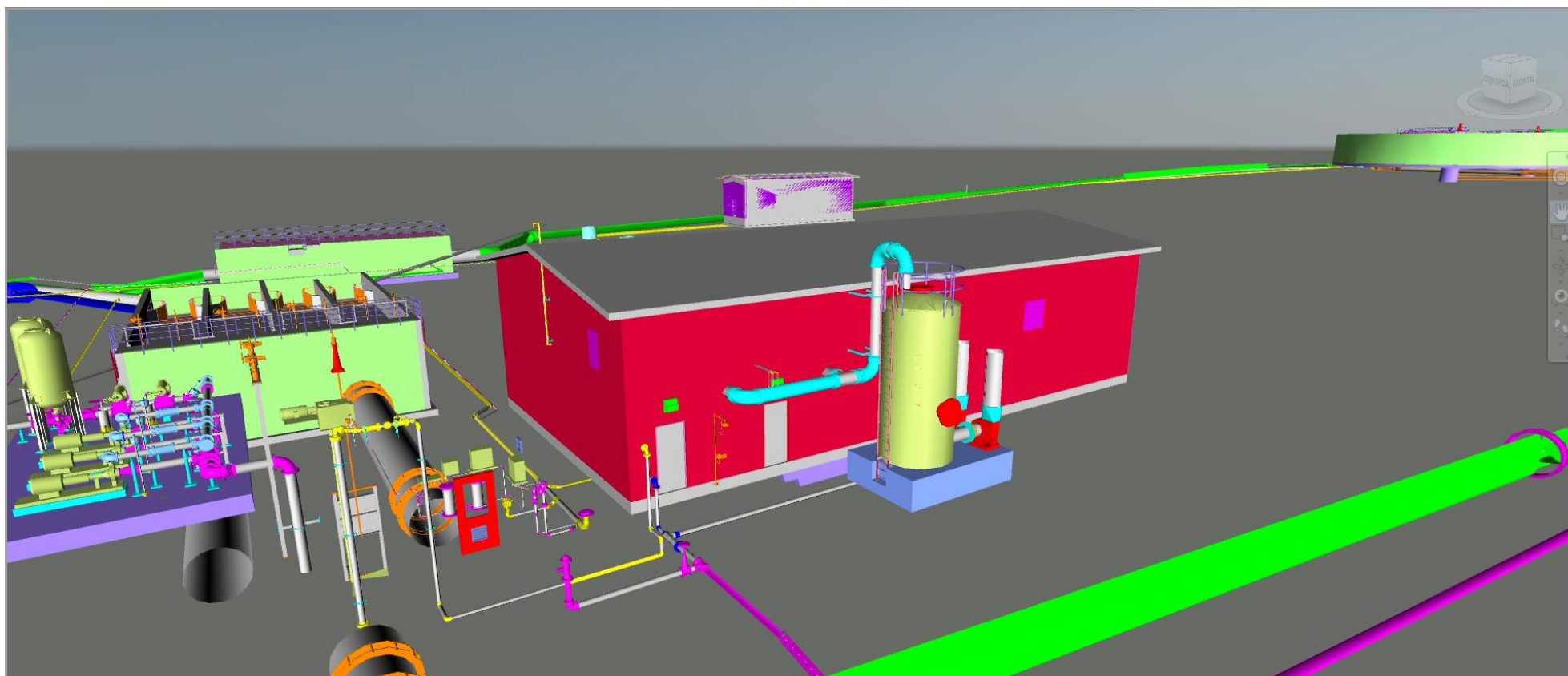


Figura 3-12: Modelo 3D edificio de cloración por fuera.

Fuente: Elaboración propia, de vista de planta de tratamiento trabajo realizado en oficina técnica - construcción - Empresa Skanska.

3.16.2 Vista General del Proceso de Cloración

El efluente tratado que proviene de los clarificadores secundarios fluye hacia la estructura de derivación de efluentes. El sistema de cloración dosifica la cámara de mezcla de derivación de efluentes con gas de cloro utilizando la unidad de inyección de gas de cloro. La descarga de la estación de bombeo de agua no potable suministra el agua para transportar el gas de cloro, desde el edificio de cloración, pasando por la unidad de inyección, hasta la cámara de mezcla que sirve como zona de mezcla para la desinfección del efluente. Esta cámara mezcla el gas de cloro con el flujo del efluente secundario para permitir la desinfección. Las tuberías que salen de la planta de tratamiento proporcionan el tiempo de detención necesario para asegurar una desinfección total.



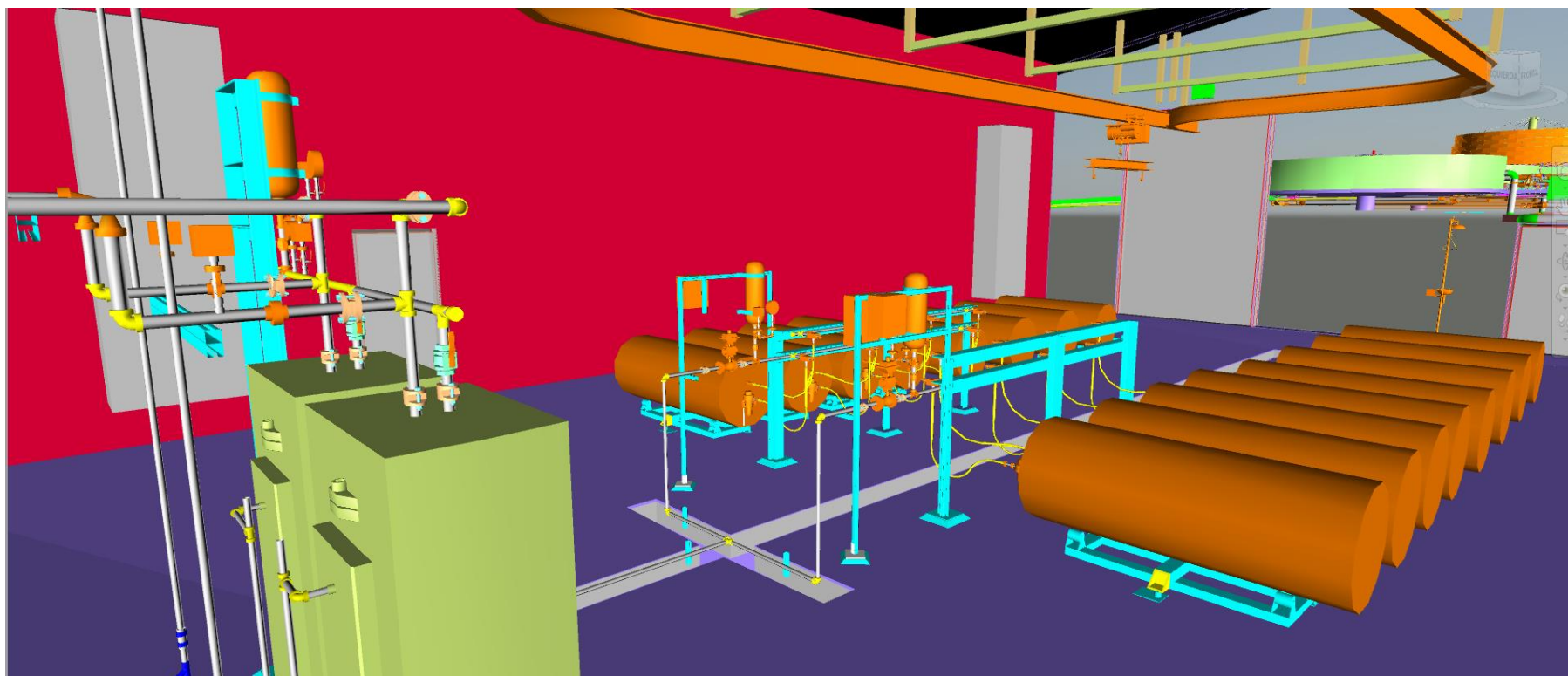


Figura 3-13: Modelo 3D edificio de cloración por dentro.

Fuente: Elaboración propia, de vista de planta de tratamiento trabajo realizado en oficina técnica - construcción - Empresa Skanska.

3.16.3 Descripción de los Componentes Principales

El sistema de cloración es operado al vacío con dos sistemas de conmutación automática instalados en la tubería colectora de descarga de los dos bancos de cuatro cilindros de cloro de una tonelada corta (900 kg). El peso de los cilindros es monitoreado tanto local como remotamente. El sistema incluye dos evaporadores eléctricos de cloro para convertir el cloro líquido en gas, que es alimentado a dos cloradores de alimentación de gas de cloro de igual capacidad que funcionan en modo en uso/en reserva. El flujo de gas de cloro es controlado por los cloradores y puede ser a un ritmo impuesto por el flujo en base al flujo de efluente total, o controlado por retroalimentación utilizando el flujo de efluente total y el analizador del cloro residual total. El mantenimiento adecuado de los evaporadores, cloradores e inyector asegurará una alimentación química consistente y precisa. La tasa de desinfección depende de la señal del caudal de afluente y el cloro residual deseado. El flujómetro y el analizador de cloro residual deben ser calibrados y recibir mantenimiento a fin de que emitan señales precisas para el control de la tasa de alimentación de cloro y el monitoreo operativo. Las revisiones de rutina de la precisión de los analizadores de cloro, conforme se describe en los manuales de los equipos, contribuirán a la confiabilidad del proceso de desinfección.

Los componentes principales del sistema de cloración incluyen:

- Evaporadores de cloro.
- Cloradores.
- Unidad de inyección de gas de cloro.
- Difusor de inyección de cloro.

- Unidad de control de presión de gas de cloro.
- Sistema de depuración y eliminación de vapor de cloro.
- Ventilación y calefacción.
- Detalles de la sala de equipos y almacenamiento de cloro.

Evaporadores de Cloro. El cloro líquido es alimentado a los dos evaporadores montados en el piso, donde pasa por un baño de agua caliente para su conversión en gas. Cada evaporador viene equipado con una unidad de purga con descarga hacia el depurador en caso de sobrepresión de la tubería (por encima de 300 psi).

Cloradores. Los cloradores alimentan cloro al inyector. Desde los reguladores de vacío, la tubería de CPVC transporta el gas de cloro en un vacío hacia los cloradores operados al vacío (1 en servicio + 1 en reserva) que se encuentran en la sala contigua. Cada clorador tiene un rotámetro, una válvula eléctrica de control de flujo e interruptores de bajo y alto vacío. Cada uno de los cloradores tiene un controlador basado en microprocesador montado sobre panel que recibe el caudal total del efluente y los valores de cloro residual. La tubería de descarga del clorador alimenta cloro desde cualquiera de los cloradores a la unidad de inyección de cloro.

Unidad de Inyección de Gas de Cloro. La unidad de inyección incluye una boquilla tipo Venturi de 1.5 pulgadas para formar un vacío, una válvula de retención que cierra el puerto de suministro de gas cuando no hay un vacío en el inyector, y un tubo vertical (drop leg) para suministro de gas con una válvula de drenaje manual que descarga toda el agua que pueda haber pasado por la válvula de retención integral. El inyector tiene 4 pulgadas de diámetro con una válvula de bola regulable para ajustar el consumo de agua para distintas tasas de alimentación de cloro. Asumiendo la presencia del flujo de agua y presión adecuados,

el flujo de agua de alta velocidad a través del inyector tipo Venturi desarrolla la presión de vacío que opera el clorador y transporta el gas hacia el punto de aplicación. El flujo de agua del inyector absorbe el gas de cloro en la solución con el agua no potable que es descargada a través de un tapón hembra roscado del tubo difusor hacia la corriente de flujo del proceso, en la estructura de derivación de efluentes.

La unidad de inyección posee un flujómetro que indica la tasa de flujo de agua no potable hacia el inyector, una válvula de bola que puede ser utilizada para controlar el consumo de agua no potable y manómetros que indican la presión de suministro de agua y la presión de salida del inyector. La tubería de solución de cloro ubicada en la estructura de derivación de efluentes también cuenta con una válvula de retención de aislamiento para evitar el efecto sifón, así como también con una válvula de escape de aire de 1 pulgada para liberar el aire atrapado.

Difusor de Inyección de Cloro. El difusor de cloro ubicado en la estructura de derivación de efluentes es de tipo tapón hembra roscado perforado y está conformado por una tubería de CPVC con siete orificios perforados. El difusor tiene una conexión de unión para mantenimiento y está soldada a una brida de soporte de tubería en la parte superior de la estructura de derivación de efluentes. El tubo difusor se extiende hasta la parte superior de la tubería de admisión, donde está sellada en una brida ciega perforada y biselada ubicada en el extremo inferior de la tubería de soporte.

Unidad de Control de Presión de Gas de Cloro. Cada evaporador tiene una unidad de control de presión de gas dedicada, montada en pared en la descarga con un filtro, una válvula reductora de presión y una válvula reguladora de vacío. Las unidades de control de presión de gas reducen el gas de cloro de la presión del contenedor a un vacío para su transporte seguro hacia los cloradores e inyectores. El filtro elimina las impurezas,

principalmente el cloruro férrico, del flujo de gas de cloro. La válvula de cierre/reductora de presión es operada hidráulicamente con una válvula eléctrica piloto de neutralización de señal predominante que es automáticamente forzada al cierre al detectar una condición de temperatura baja del agua en el controlador del evaporador. La válvula reguladora de vacío convierte el cloro a un estado menor a la presión atmosférica para el uso de los cloradores.

Cada válvula reguladora de vacío tiene un manómetro de suministro de gas con un sello de diafragma protector, filtro tipo cartucho y una trampa de líquido con tubo vertical con un calentador de 120 voltios. Un medidor de vacío y un interruptor en la tubería inmediatamente aguas abajo de las válvulas reguladoras de vacío permiten el monitoreo operacional del vacío operativo. Un interruptor de vacío en la unidad brinda una indicación de alarma en el Sistema de Control Distribuido (DCS) cuando el vacío operativo está anormalmente bajo, lo cual puede ocurrir cuando se agota o se detiene el suministro de gas. El gas de cloro es conducido por tubería hacia el equipo de cloración como se describe a continuación.

Sistema de Depuración y Eliminación de Vapor de Cloro. Si la presencia de cloro a 3 ppm o más es detectada en el detector de fugas de cloro en la sala de almacenamiento de cloro o la sala de equipos de cloro, un sistema de eliminación de vapor de cloro activará automáticamente un extractor de aire para trasladar el aire contaminado desde la sala respectiva, a través de un depurador de medio seco, hacia la atmósfera. Además de facilitar el movimiento de aire a través del depurador, el extractor de aire del mismo mantiene un ligero vacío en la red de ductos, en el depurador mismo y en la sala donde se detectó la fuga. A medida que el aire pasa a través del depurador, el cloro es neutralizado mientras fluye por el medio. Luego, el aire pasa por una chimenea hasta ser expulsado hacia la atmósfera.

La red de ductos de aire de plástico reforzado con fibra de vidrio (FRP) entre la sala de almacenamiento de cloro, la sala de equipos de cloro y el depurador cuenta con un ducto de admisión en cada sala. Cada ducto de admisión contiene un regulador de tiro motorizado normalmente abierto (cierra cuando se energiza). El regulador de tiro motorizado ubicado en la sala sin fuga de cloro se cerrará automáticamente cuando se detecte cloro a 3 ppm, de manera que el gas de cloro no se esparza hacia la sala no contaminada. Ya que el cloro es 2.5 veces más pesado que el aire, el extremo inferior de los ductos de admisión terminan, aproximadamente, a 6 pulgadas por encima del piso.

El depurador es un sistema de absorción en medio seco. El gas cargado de cloro será extraído en la parte superior del tanque, luego pasará a través del medio seco donde el cloro será absorbido por el lecho de medio. El sistema de “paso simple” no es 100 por ciento efectivo. El sistema tiene la capacidad de neutralizar >99.99% del cloro descargado de un cilindro de 900 kg y reduce la concentración de cloro en el aire de descarga a menos de la mitad del valor IDLH (inmediatamente peligroso para la vida o la salud) de 10 ppm. El valor IDLH es explicado en mayor detalle en esta sección como parte de los procedimientos de seguridad y prevención de accidentes y las recomendaciones de la sección de primeros auxilios.

De producirse una fuga de cloro, el depurador mantendrá un vacío en la sala de contención para, de este modo, evitar que el cloro se escape hacia las instalaciones circundantes. El personal debe mantenerse alejado del área ubicada inmediatamente a sotavento de la descarga de la chimenea. Una vez activado, el depurador continuará operando hasta que el detector de fugas de cloro y el panel de control local del depurador sean reiniciados manualmente.

Ventilación. La sala de equipos de cloro y la sala de almacenamiento de cloro cuentan con extractores de aire montados en pared con un regulador de contratiempo de gravedad y una celosía de ventilación de pared para suministro de aire con reguladores de tiro motorizados. Además de la celosía para suministro de aire, cada sala cuenta con una toma de aire con un regulador de tiro de alivio de presión con contrapesos. Este regulador de tiro de alivio de presión permite que ingrese aire durante la depuración de cloro a la vez que mantiene una ligera presión negativa. Los reguladores de tiro del suministro de aire se abrirán automáticamente cuando el extractor de aire de la sala esté operando y se cerrará cuando éste deje de funcionar. Cuando se produce una depuración de cloro, el extractor de aire en la sala correspondiente se bloquea eléctricamente y deja de operar mientras dure el procedimiento.

Detalles de la Sala de Equipos y de Almacenamiento de Cloro. El área de almacenamiento de cloro está diseñada para contener hasta ocho cilindros de una tonelada (cuatro contenedores en línea y cuatro contenedores en reserva).

Los contenedores y vaporizadores están ubicados en la sala de almacenamiento de cloro y los cloradores e inyector químico están ubicados en la sala de equipos de cloro. El depurador en seco está ubicado al oeste del edificio de cloración.

Se estima que la dosis de cloro para todas las ubicaciones alcanza en promedio entre 5.7 mg/l y 8.2 mg/l aproximadamente. El flujo promedio de la planta es 41 mgd (1800 l/s) y resulta en cerca de 15 días de almacenamiento de cloro al uso promedio.

De no ser manejado adecuadamente, el cloro puede ser nocivo para el personal de la planta. Antes de comenzar a trabajar con los equipos de cloración, es importante conocer las precauciones, prácticas seguras, riesgos a la salud, primeros auxilios y los equipos de protección requeridos revisando las Hojas de Datos de Seguridad de Materiales (MSDS), el

programa de seguridad específico de la planta de tratamiento y la exposición sobre seguridad al final de esta Sección.

El cloro es suministrado en forma líquida, bajo su propia presión de vapor, en ocho contenedores de acero de 900 kg de capacidad, que son manipulados y almacenados utilizando un monorriel y muñones giratorios de almacenamiento. Además, existen dos plataformas (de báscula) de celdas de carga que cuentan con muñones giratorios para cuatro contenedores adicionales de 900 kg (cada uno) para un total de dieciocho contenedores de 900 kg. Estos contenedores se encuentran en línea, en modo reserva o sirven como almacenamiento adicional en cualquier momento determinado.

La sala de almacenamiento de cloro tiene un monorriel en bucle con capacidad de cambio de riel para dar servicio a cada lado de la sala de almacenamiento. El monorriel cuenta con una unidad de izaje eléctrica que consta de un carro motorizado y un polipasto eléctrico con cable de acero, una barra de apoyo del contenedor y un carrete de cable de alimentación eléctrica. El cable de alimentación está suspendido desde un carrete retráctil accionado por resorte con una base giratoria que permite que el carrete del cable se alinee con el polipasto. Las estaciones de control con pulsadores proporcionan un control operativo de los polipastos. Los contenedores de cloro son llevados hacia y desde el camión del proveedor utilizando el polipasto monorriel a través de la puerta de la sala de almacenamiento. Estas puertas deberán mantenerse cerradas, salvo cuando sea necesario cargar y descargar contenedores de cloro vacío y lleno. Se deberá cerrar las puertas inmediatamente después de culminar la operación. De producirse una fuga de cloro, la puerta se mantendrá abierta para permitir que el cloro ingrese a la atmósfera externa sin depuración.

Las básculas tienen indicación local y muñones que permiten la alineación vertical de las válvulas de descarga de los contenedores. Se utilizan elementos de sujeción tipo cadena

para asegurar los contenedores de cloro a las plataformas de báscula en caso de que se produzca un sismo. Cada sistema de celdas de carga también incluye un transductor que envía una señal de peso al sistema de control para indicación remota. Las alarmas de bajo peso activan la conmutación automática a los contenedores llenos.

Cada contenedor de cloro cuenta con dos válvulas de descarga que, cuando los contenedores están sobre las plataformas de báscula, están alineadas en forma vertical. La válvula de descarga inferior permite la extracción de líquido que es el modo de operación previsto en esta instalación. La válvula de descarga superior permite la extracción de gas, que sirve para la ecualización de presión. El colector de líquido está conectado a una válvula del sistema de conmutación automática que pasa al colector de cloro líquido en reserva (opuesto) cuando se han agotado los contenedores en línea.

La tubería flexible conecta los contenedores de cloro ubicados sobre las plataformas de báscula a la tubería del colector. El colector tiene una válvula para la conexión de cada contenedor. Ocasionalmente, la válvula de un contenedor no encajará completamente cuando esté cerrada y, por consiguiente, no detendrá totalmente el flujo de cloro líquido (válvula inferior) o el flujo de gas (válvula superior). El uso de las válvulas auxiliares provistas en el extremo del contenedor de cada conector flexible es una forma de resolver este problema.

El colector de cloro y la tubería de gas bajo presión están hechos de tubo de acero negro, cédula 80, con juntas soldadas y accesorios de 1,360 kg (3,000 libras). Todas las uniones son del tipo amoniaco con empaquetaduras de plomo. Asimismo, la línea de cloro líquido está equipada con cámaras de expansión (ubicadas entre las válvulas que pueden cerrarse) y es una medida de precaución para permitir la expansión de cloro controlada y contenida si el líquido queda entrampado entre dos válvulas cerradas y comienza a expandirse a la fase gaseosa.

3.17 INSTALACIÓN DE MANEJO DE SÓLIDOS

La siguiente sección presenta una descripción de la instalación de manejo de sólidos

3.17.1 Función

La instalación de manejo de sólidos proporciona almacenamiento, espesamiento, deshidratación y carga para la disposición de sólidos producidos en las corrientes de lodos primarios (PS) y lodos secundarios residuales.

3.17.2 Descripción de los Componentes Principales

La instalación de manejo de sólidos está conformada por las siguientes estructuras y subsistemas:

- Tanques de retención de lodos.
- Sopladores de aireación.
- Difusores de aireación.
- Bombas de alimentación del espesador de banda por gravedad.
- Espesadores de banda por gravedad (GBT).
- Bombas de alimentación del filtro de presa de bandas.
- Filtros prensa de bandas (BFP).
- Transportador de transferencia y transportador esparcidor.
- Sistema de polímero seco.
- Bombas de transferencia de polímero.
- Bombas de alimentación de polímero.

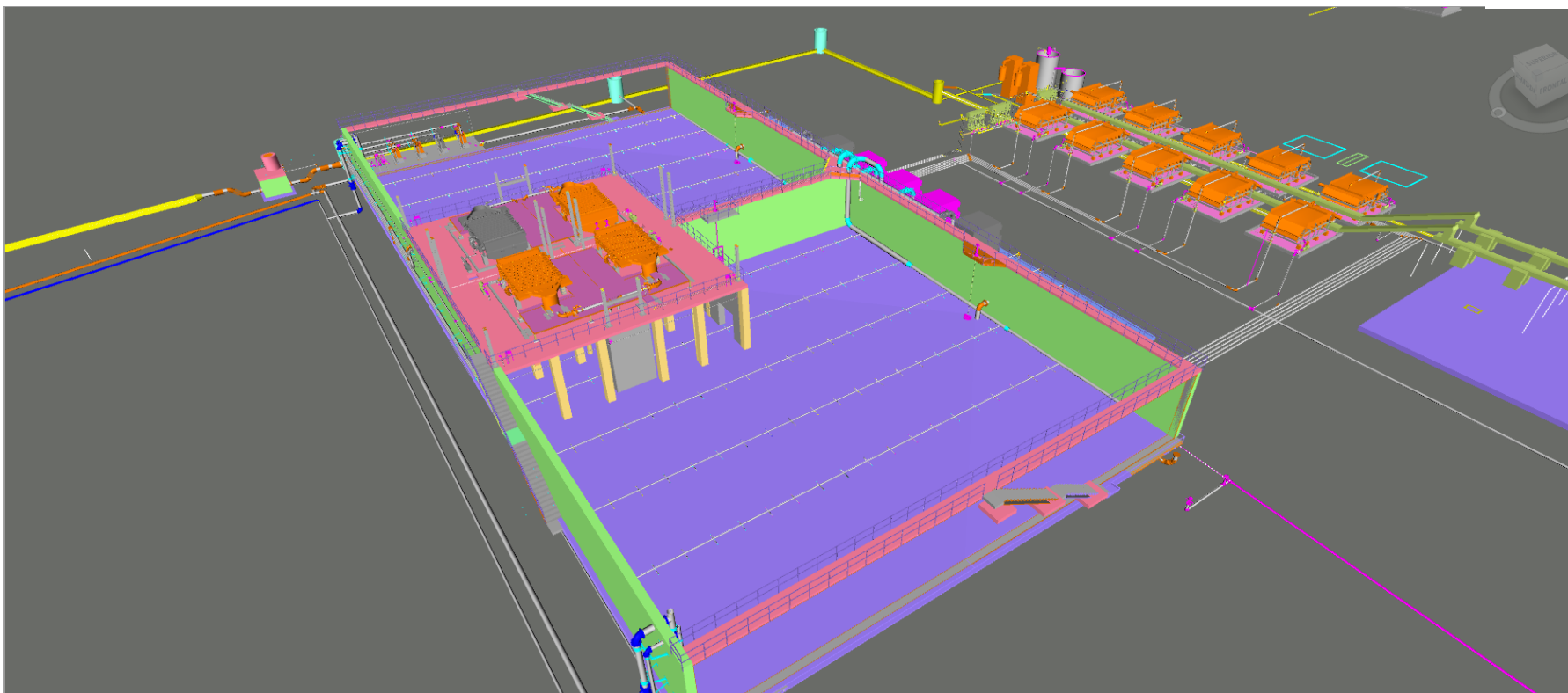


Figura 3-14: Modelo 3D tanque de retención de Lodos.

Fuente: Elaboración propia, de vista de planta de tratamiento trabajo realizado en oficina técnica - construcción - Empresa Skanska.

Tanques de Retención de Lodos. Dos tanques de retención de lodos (SHT) aireados sirven para almacenar temporalmente los lodos de los clarificadores primarios (a medida que son descargados por las bombas de lodos de los clarificadores primarios) antes de su deshidratación. Cada uno de los SHT cuenta con una capacidad de 1.7 MG (6,436 m³).

Los lodos primarios (PS) y los lodos secundarios residuales (WSS) pueden fluir hacia cualquiera de los SHT, pero se ha provisto válvulas para aislar cualquiera de los tanques para fines de inspección y mantenimiento. Se tiene previsto que la descarga de la bomba de los lodos secundarios residuales (WSS) sea espesada por espesadores antes de ser enviada a los tanques de retención de lodos.

Existe una compuerta deslizante en la pared común de los SHT que permanecerá abierta durante la operación normal para mantener niveles de lodos iguales en cada uno de los SHT. Esta compuerta puede cerrarse para aislar cualquiera de los SHT para fines de inspección y mantenimiento. Los SHT también poseen una válvula purgadora de sedimentos, de operación manual, que permite el drenaje de los SHT de vuelta a los clarificadores primarios para dirigir los PS y WSS combinados hacia los GBT a fin de apoyar un modo de operación con espesamiento recuperable. Un tubo vertical de rebose del tanque fijo redirige el flujo hacia la cámara equipartidora de los clarificadores primarios si el nivel de los tanques de retención de lodos supera la elevación del tubo vertical. Cada SHT está equipado con un indicador de la condición de rebose que, cuando está activo, requiere que el operador apague todos los sistemas de bombeo aguas arriba, incluyendo las bombas de lodos de los clarificadores primarios y las bombas de WSS de los clarificadores secundarios. El porcentaje máximo de sólidos totales debería estar en el rango de 3-4%. Si los lodos de los SHT superan este porcentaje de sólidos totales, se podría inhibir la mezcla.

Sopladores de Aireación. Existen tres sopladores (2 en servicio + 1 en reserva) de desplazamiento positivo (PD) en los SHT para airear y mantener los sólidos en suspensión dentro de estos tanques aireados. El Soplador de PD No. 1 por lo general suministrará aire al SHT No. 1; el Soplador de PD No. 3 siempre suministrará aire al SHT No. 2; y el Soplador de PD No. 2 puede suministrar aire tanto al SHT No. 1 como al SHT No. 2. Cada uno de los Sopladores tiene una capacidad máxima de 4,850 scfm.

Los Sopladores en servicio son seleccionados por el operador y los cronogramas de funcionamiento deberán ser determinados teniendo en mente el cronograma de mantenimiento del fabricante. La tubería de aireación y las válvulas de aislamiento manuales del tanque de retención de lodos están diseñadas para permitir a los Sopladores suministrar aire a uno o a los dos tanques simultáneamente. Una compuerta deslizante manual permite el aislamiento del tanque para fines de mantenimiento individual.

Difusores de Aireación: La tubería del difusor de burbujas gruesas, tendida dentro de cada cámara, facilita la introducción balanceada de aire de procesos. El aire es suministrado a los difusores desde los Sopladores de SHT. Cuando los Sopladores están en operación, se debería observar en la superficie de los SHT un suministro de burbujas de aire distribuido uniformemente.

Bombas de Alimentación de los GBT: Existen tres bombas centrífugas de tornillo de velocidad variable de los GBT. Cada GBT está conectado a una bomba de alimentación dedicada que se enciende automáticamente para transferir lodos hacia el GBT desde la línea de descarga de WSS (antes de la descarga de la estación de bombeo de la entrada de los SHT) o de las líneas de drenaje de los SHT a una tasa preestablecida por el operador. Las bombas están diseñadas para apagarse cuando exista una condición de nivel alto en los SHT durante el

modo primario de alimentación de lodos o una condición de nivel bajo durante el modo opcional de alimentación de lodos.

Agua de sello no potable es suministrada a las bombas de alimentación de los GBT. Estas bombas son operadas automáticamente y solo deberían ser operadas manualmente para fines de pruebas y mantenimiento.

Espesadores de Banda por Gravedad (GBT): Existen tres unidades de GBT ubicadas en el nivel superior de los SHT, las cuales están diseñadas para espesar los WSS bombeados desde los clarificadores secundarios. Los WSS pueden ser espesados utilizando el GBT antes de descargarlos en los tanques de retención de lodos aireados (modo primario de alimentación de lodos). Alternativamente, los WSS y PS del SHT combinados pueden ser bombeados desde los SHT (modo de espesamiento recuperable) y espesados utilizando el GBT antes de ser devueltos a los SHTs mediante una tubería de gravedad (modo opcional de alimentación de lodos). El sobrenadante del GBT es descargado al sistema de drenaje de la instalación de sólidos y finalmente dirigido hacia la cámara equipartidora de los clarificadores primarios. Los GBT requieren de polímero como coagulante de lodos para ayudar en el proceso de deshidratación.

A fin de producir el espesamiento deseado, los operadores posiblemente requerirán ajustar manualmente la velocidad de la banda, la dosificación de polímero y la tasa de alimentación de lodos. Los GBT tienen como fin funcionar de forma continua (las 24 horas del día, los 7 días de la semana) juntamente con la operación de las bombas de WSS.

Bombas de Alimentación de los Filtros Prensa de Bandas: Existen diez bombas lobulares rotativas (9 en servicio + 1 en reserva) de alimentación a los filtros prensa de bandas (BFP) ubicados al lado de los SHT. Cada bomba de alimentación está dedicada a una unidad de BFP. Cuando un BFP es activado manualmente, la bomba de alimentación de dicho BFP

transfiere lodos espesados desde el SHT hasta el BFP de forma continua a una tasa preestablecida hasta que sea detenida por el operador (o hasta que se encuentre una falla en el sistema). Los transmisores de nivel ubicados en los SHT y los sensores de presión ubicados en la tubería de aspiración garantizan que las bombas de alimentación de los BFP no se sequen. Se ha provisto válvulas de macho en la tubería de aspiración y de descarga de las bombas de alimentación de los BFP para permitir el aislamiento de las bombas para fines de mantenimiento.

Filtros Prensa de Bandas. Los lodos residuales recolectados en los tanques de retención de lodos aireados son bombeados hacia los filtros prensa de bandas para su deshidratación y posterior transporte del material deshidratado hacia el área de carga de camiones para su retiro del área de la planta de tratamiento.

Existen diez BFPs (9 en servicio + 1 en reserva) ubicados en el edificio de deshidratación. Los BFP descargan los lodos deshidratados sobre las fajas transportadoras de transferencia por gravedad a través de unas tolvas de lodos. Se utilizan dos trenes independientes para el transporte de lodos con el fin de asegurar que no más de la mitad del sistema de deshidratación sea impactado por la falla de alguno de los trenes. Los BFP requieren de polímero como coagulante de lodos para ayudar en el proceso de deshidratación. El sobrenadante del BFP es descargado hacia el sistema de drenaje de la instalación de manejo de sólidos y, finalmente, es dirigido hacia la cámara equipartidora de los clarificadores primarios.

Con el fin de obtener la deshidratación deseada, los operadores necesitarán monitorear constantemente y realizar ajustes a la operación de los BFP en base a la inspección visual de los lodos. Mientras las unidades están funcionando, el operador puede ajustar manualmente la velocidad de las bandas, la tasa de flujo de polímero y la tasa de alimentación de lodos a fin

de mantener el nivel de deshidratación deseado. Se prevé que los BFP funcionarán en modo batch o por lotes (16 horas al día, 6 días a la semana) dependiendo del volumen de lodos producidos por la instalación.

Transportadores de Transferencia y Esparcidores: Dos fajas transportadoras de transferencia llevan los lodos deshidratados desde las tolvas de descarga de los BFP hasta los transportadores de distribución a camiones. Estos transportadores de transferencia son del tipo de fajas planas con pared lateral con una capacidad estimada de 24.3 m³/hr.

El transportador de transferencia de lodos Oeste recibe lodos deshidratados provenientes de los BFP No. 1 a No. 5 y los lleva al transportador esparcidor de lodos Oeste. El transportador de transferencia de lodos Este recibe los lodos provenientes de los BFP No. 6 a No. 10 y los lleva hasta el transportador esparcidor de lodos Este.

Se cuenta con dos fajas transportadoras esparcidoras de tipo canaleta ubicadas en el área de deshidratación y de carga, cada una con una capacidad estimada de 24.3 m³/hr. El transportador esparcidor de lodos Oeste recibe lodos deshidratados del transportador de transferencia Oeste y el transportador esparcidor de lodos Este recibe lodos deshidratados del transportador de transferencia Este.

Cada uno de los transportadores esparcidores con dos deflectores motorizados. Los deflectores Este y Oeste No. 1 dirigen los lodos deshidratados hacia el área de carga No. 1, mientras que los deflectores Este y Oeste No. 2 dirigen los lodos deshidratados hacia el área de carga No. 2. Si ninguno de los deflectores está en uso, los transportadores esparcidores llevarán los lodos deshidratados hasta la estación de cargadores frontales, donde pueden ser almacenados temporalmente sobre una plataforma de concreto.

Las dos áreas de carga de camiones están diseñadas para ser operadas simultáneamente, de manera que cuando un camión esté casi lleno, el segundo camión (vacío) esté estacionado y listo para recibir los lodos deshidratados a fin de que la operación de los BFP no se vea interrumpida al cambiar de área de carga de camiones.

Los transportadores de transferencia y esparcidores de lodos deben estar funcionando libremente siempre que cualquiera de los diez BFPs esté en operación.

Si alguno de los transportadores no está funcionando o se bloquea, se deben detener todos los BFP hasta que los transportadores estén funcionando correctamente.

Sistema de Polímero Seco: Existen dos plataformas (skids) de almacenamiento y medición de polímero seco ubicadas en el edificio de deshidratación. Cada plataforma tiene una tolva de almacenamiento de polímero seco, un alimentador volumétrico de tornillo y un sistema neumático de transporte de polímero seco con un Soplador de respaldo.

El polímero seco es cargado a la tolva de almacenamiento mediante dos sistemas de descarga de tipo monorriel, cada uno dedicado a una de las plataformas de polímero seco. Las plataformas de almacenamiento y medición de polímero seco suministran polímero a una sola plataforma de tanques de mezcla y añejamiento de polímero. El sistema de mezcla/añejamiento de polímero incluye un sistema de humectación de polímero y un tanque de 6,000 galones que recibe polímero del sistema de humectación y agua no potable de reposición por medio de una válvula solenoide. Posteriormente, la solución de polímero es transferida desde un tanque de mezcla/añejamiento hasta un tanque de alimentación de polímero de 8,000 galones por medio de tres bombas de cavidad progresiva (2 en servicio + 1 en reserva) para transferencia de polímero.

En total hay trece bombas de alimentación de polímero de cavidad progresiva, diez para alimentar polímero a los BFP y tres para alimentar polímero a los GBT. Cada una de las diez bombas de alimentación de polímero a los BFP está dedicada a suministrar polímero a un BFP correspondiente. Cada una de las tres bombas de alimentación de polímero de los GBT está dedicada a suministrar polímeros a un GBT correspondiente.



CAPÍTULO IV. ESQUEMA DE TRABAJO

En este capítulo plantaremos el esquema de trabajo a realizar para realizar el montaje mecánico de los tanques percoladores.

4.1 TANQUES PERCOLADORES

Tanque de filtros percoladores, es una cama de grava o un medio plástico sobre el cual se rocían por medio de aspersión o rociadores las aguas negras pretratadas. En este sistema de filtro percolador, los microorganismos se apegan al medio del lecho y forman una capa, una película mucosa biológica sobre éste. A medida que las aguas negras se percolan por los medios, los microorganismos digieren los contaminantes de las aguas al pasar por los medios plásticos formando un ecosistema y eliminan los contaminantes del agua.

Los filtros percoladores es una tecnología para el tratamiento de aguas negras municipales. “Aguas municipales nos referimos desde las aguas de drenaje doméstico y de servicios, hasta los subproductos industriales y las aguas pluviales colectadas en la red municipal.” (QUIMI.NET)

Tiene varios componentes, un tanque séptico que elimina los sólidos asentando las bacterias que se pegan en los medios permitiendo que estos componentes biológicos se sedimenten en el agua y constan también de una bomba vertical que impulsa el agua por encima de los filtros para que este base por rociamiento.

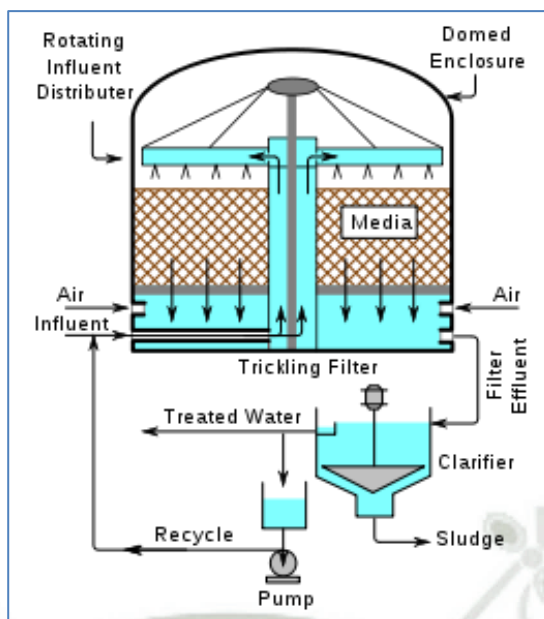


Figura 4-1: Tanques percoladores

Fuente: (L.)

Tabla 4-1:Ficha tecnica tanque percolador.

Espacio vacío del medio	95%
Diámetro con medio instalado	42.00 m
Altura de medio instalado	10.36 m
Superficie Total de medio	1,481,521 m ² por torre

Fuente: Área técnica Empresa Skanska.

Tabla 4-2: Parámetros Normales de Operación.

Rango de Tasa de Humectación	13.7-88.0 m ³ /d-m ²
Rango de Operación de SK	5-30 mm
Rango de Lavado de SK	hasta 400 mm
Carga Orgánica	hasta 90.72kg BOD/ 28.32 m ³ /day
Rango de Temp. del Agua Residual	16.7 hasta 23 grados C

Fuente: Área técnica Empresa Skanska.

En el diseño del tanque percolador tenemos varias áreas y varias etapas de construcción antes de empezar con la parte mecánica como indicamos a continuación.

Parte 1: partimos por el movimiento de tierras y continuando por la parte de tubería enterrada que se encarga el área de tubería y el área civil como notamos en una figura a continuación.



Figura 4-2: Relleno y compactación en tubería de 72" (Area V hacia Area VI tanques percoladores).

Fuente: Propia

Parte 2: Despues continuamos con el armado de caja y baseado de la loza y contruccion de canal esto tambien realizado por el area civil. Como notamos en las figuras siguientes



Figura 4-3: Compactación para armado de acero en losa de Filtro Percolador #3.

Fuente: Propia



Figura 4-4: Vaciado de concreto en techo de Tricking Filters (Area VI).

Fuente y Elaboración: Propia



Figura 4-5: Armado de acero para canaleta de Filtro Percolador #2.

Fuente y Elaboración: Propia

Parte 3: Despues continuamos con la contruccion de la bomba vertical esto encargado por el area de tuberia y area civil en la figura siguiente vemos el detalle

Bomba vertical

La bomba vertical es puesta por el personal de tuberia y trabajo terminado por el personal civil.

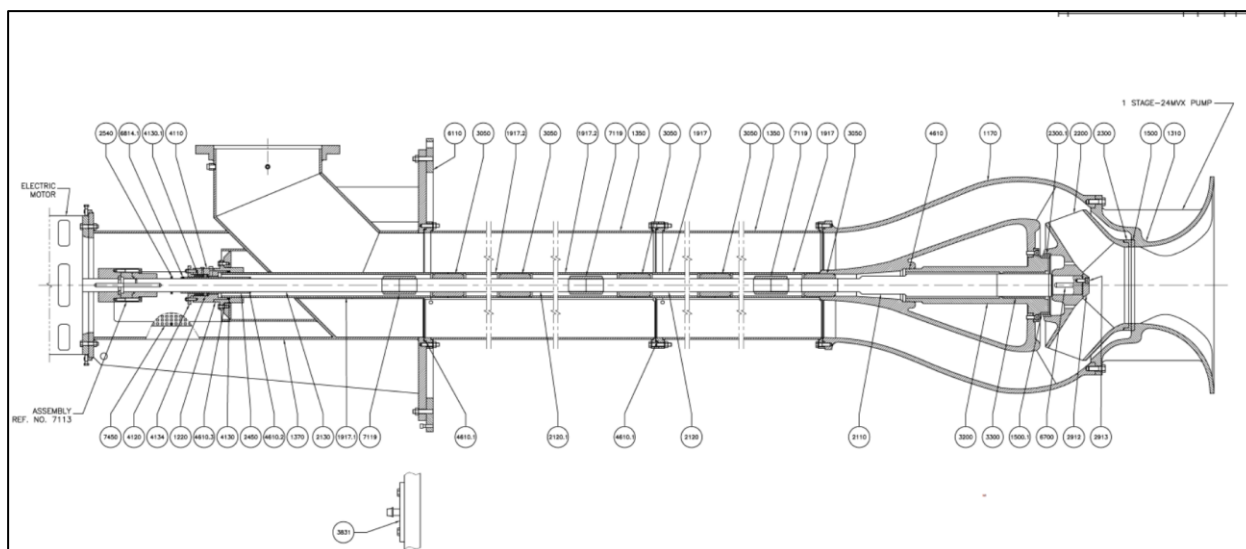


Figura 4-6: Modelo 2D de bomba vertical.

Fuente: Área tubería Empresa Skanska.

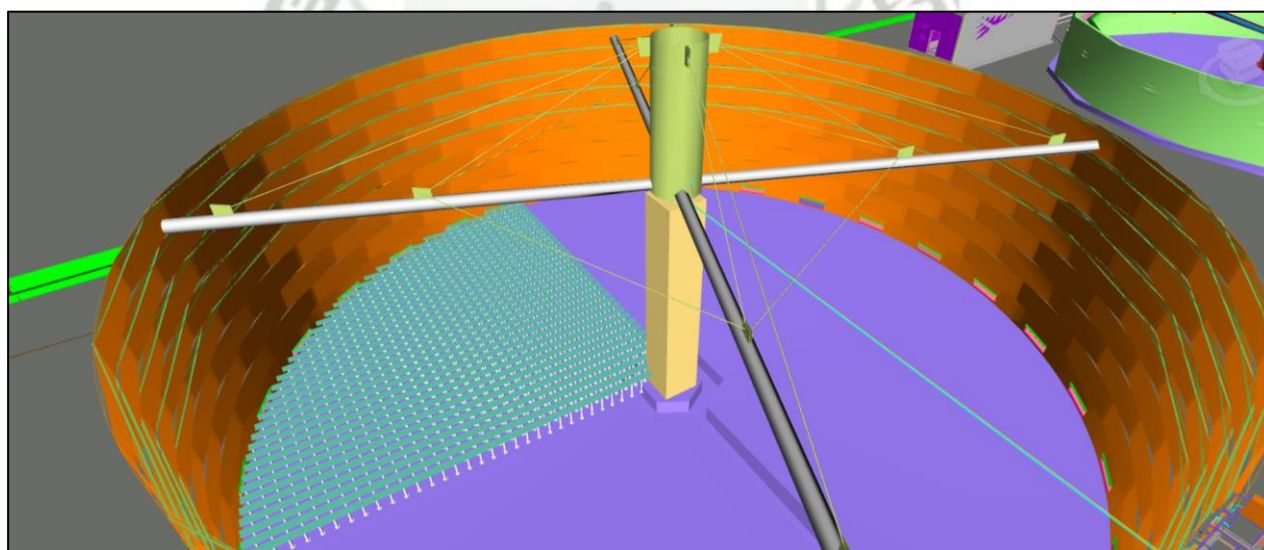


Figura 4-7: Modelo 3D de bomba vertical.

Fuente: Elaboración propia, de vista de planta de tratamiento trabajo realizado en oficina técnica - construcción - Empresa Skanska.

4.2 DISEÑO DE ESTRUCTURA MECANICA (PARTE 4)

4.2.1 Diseño del tanque permastor.

El diseño externo del tanque cuenta de 9 pisos de 50 placas cada piso, placas de acero inoxidable es de 42 metros de diametro con un volumen de 17.637 m³

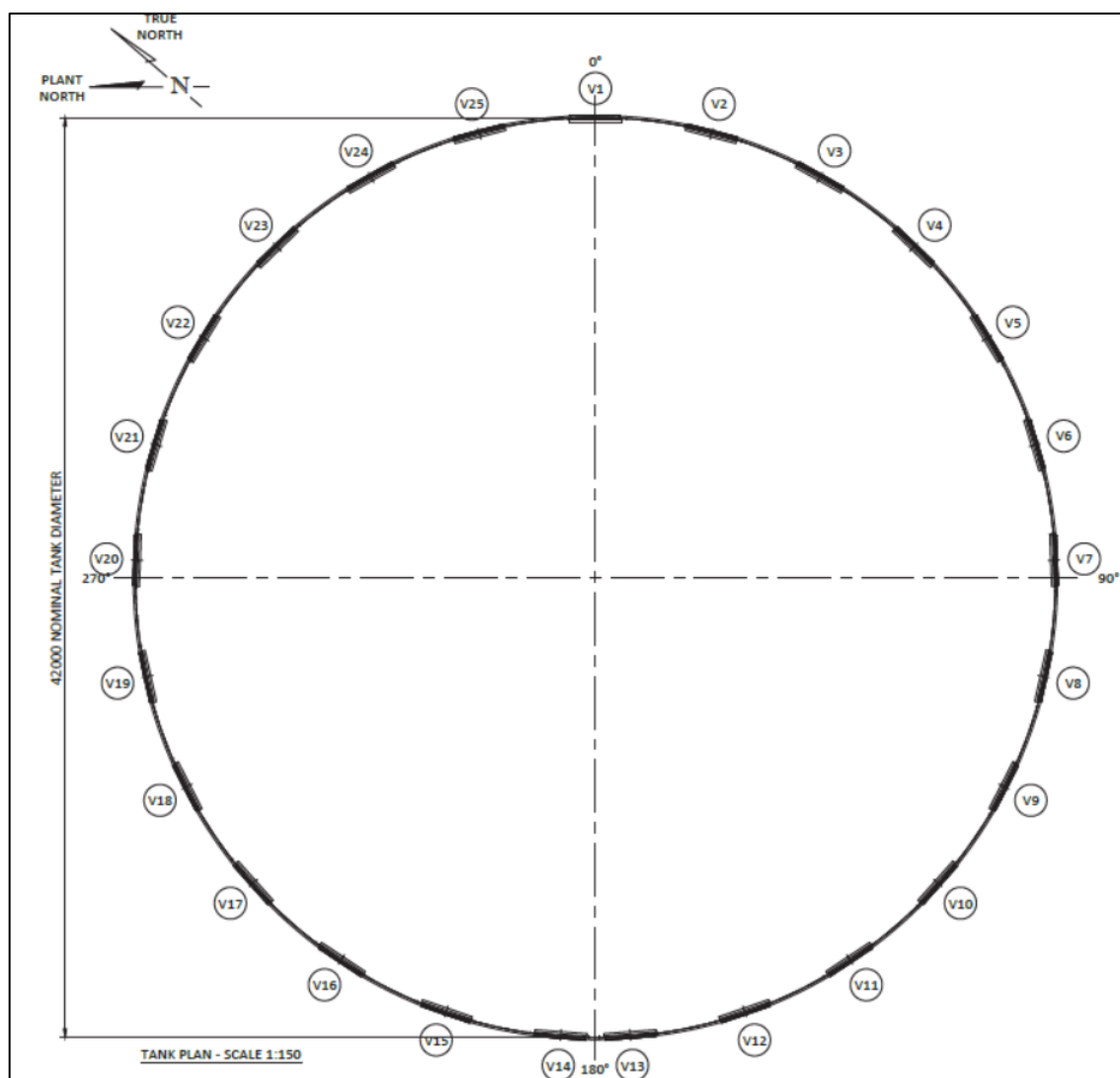


Figura 4-8: Diametro de tanque permastor.

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

Anclaje de placas nivel 1. Las placas de las paredes del tanque del primer nivel son las placas fijadoras por lo tanto deben de ser anclados al piso como de detalla a continuacion

esto es adherido al piso con un si antiadherente, sellado de concreto con imprimacion antes de aplicar el filete(placa de acero inoxidable), el imprimante es un relleno de concreto nuevo le da resistencia fisica y quimica,hacer pruebas previas para dterminar que el hormigon civil resiste el peso de las paredes del tanque despues se tiene que rellenar con concreto para poceder a sellar con su adherencia al hormigon

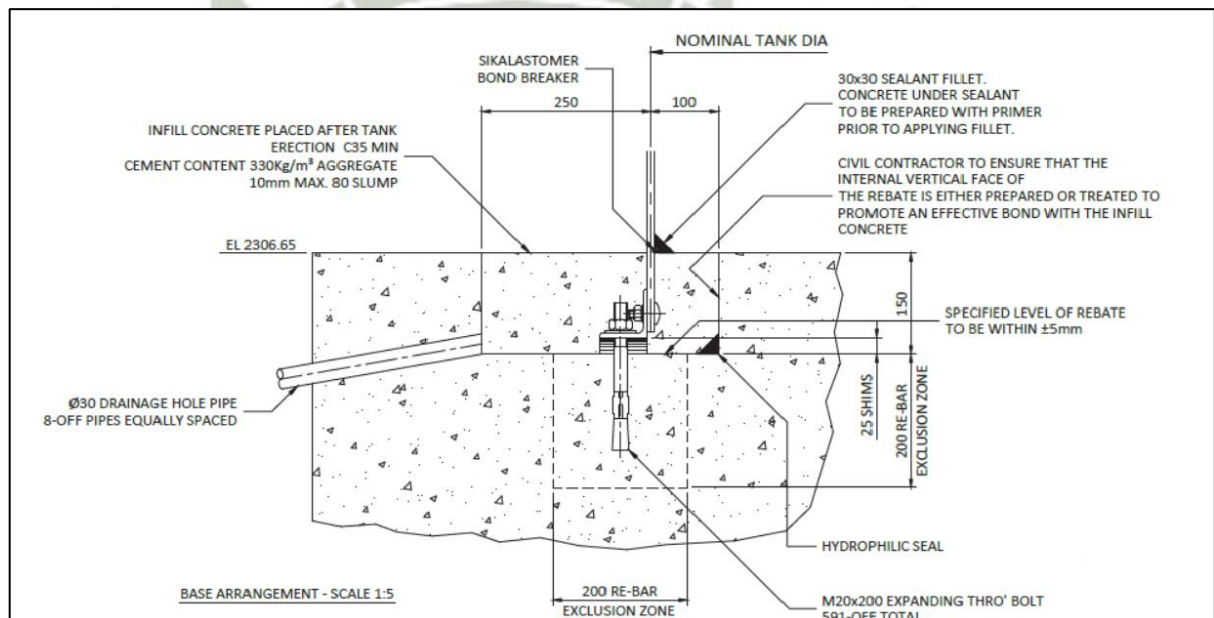


Figura 4-9: Anclaje al piso de tanque permastor

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

Pared del tanque permastor: El diseño externo del tanque cuenta de 9 pisos de 50 placas cada piso placas de acero inoxidable de grado 304ss

Acabado de tanque para permastore:

- tanque externo color - azul 20 -c- 40
- tanque interno color - azul / verde 14 -c- 40
- galvanizado especificaciones de bs en iso 1461
- acabado ventilación apoyo marco para ser epoxy

Las uniones de las placas es con varilla roscada inoxidable y esta tapada con tapones y sellado con sika para no tener filtración de agua

Tabla 4-3: Espesores de lamina por piso del tanque permastor

RING	ESPESOR DE LAMINA (mm)	Grado del perno
1	4.5	8.8
2	5	8.8
3	5	8.8
4	5	8.8
5	6	10.9
6	7	10.9
8	8	10.9
8	9	10.9
9	10	10.9
CARGAS MUERTAS		
	peso del tanque	1018 kn
	peso del techo	308 kn

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

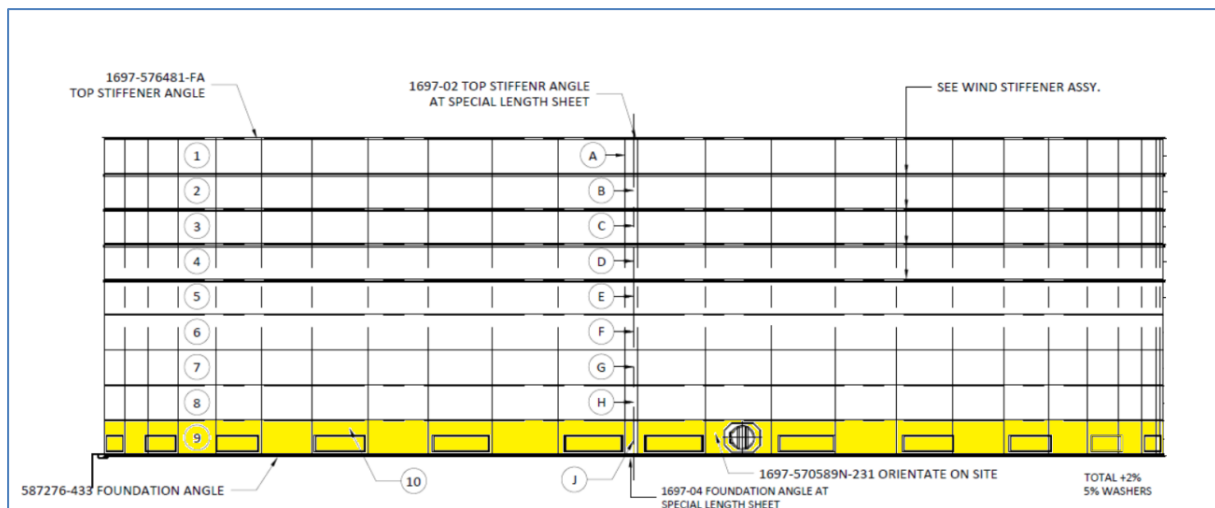


Figura 4-10: Modelo de numeración de piso de placas en tanque permastor, lado vertical acabado final.

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

El marco de ventilacion. Marco placa deflectora, Ventilación con marco exterior y malla de sujeción el acabado del marco en borde con epoxi negro para la sujeción del marco se utiliza pernos de acero inoxidable 304 y esto tienen que se encapsulados con tapas negras las cuales serán rellenas de sikaflex para evitar filtraciones por los conductor

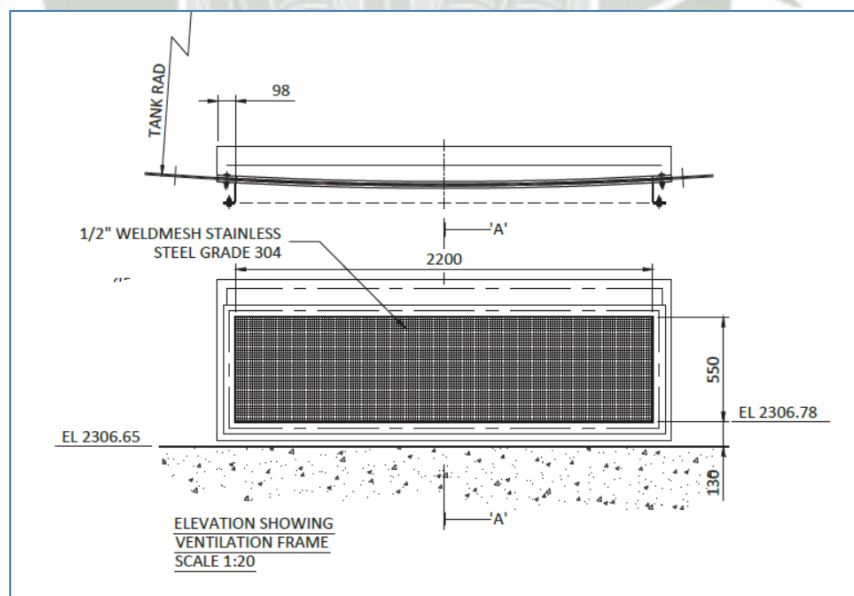


Figura 4-11: Marco de ventilacion de tanque permastor.

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

Tabla 4-4: Orientacion de tanque de acuerdo a las placas de acero.

ITEM	DESCRIPTION	ORIENTATION	HEIGHT	COMMENT
V1	2200x550 TANK WALL VENT	0.00°	SEE SECTION 'A-A'	VENT
V2	2200x550 TANK WALL VENT	14.64°	SEE SECTION 'A-A'	VENT
V3	2200x550 TANK WALL VENT	29.28°	SEE SECTION 'A-A'	VENT
V4	2200x550 TANK WALL VENT	43.91°	SEE SECTION 'A-A'	VENT
V5	2200x550 TANK WALL VENT	58.55°	SEE SECTION 'A-A'	VENT
V6	2200x550 TANK WALL VENT	73.19°	SEE SECTION 'A-A'	VENT
V7	2200x550 TANK WALL VENT	87.83°	SEE SECTION 'A-A'	VENT
V8	2200x550 TANK WALL VENT	102.47°	SEE SECTION 'A-A'	VENT
V9	2200x550 TANK WALL VENT	117.10°	SEE SECTION 'A-A'	VENT
V10	2200x550 TANK WALL VENT	131.74°	SEE SECTION 'A-A'	VENT
V11	2200x550 TANK WALL VENT	146.38°	SEE SECTION 'A-A'	VENT
V12	2200x550 TANK WALL VENT	161.02°	SEE SECTION 'A-A'	VENT
V13	2200x550 TANK WALL VENT	175.66°	SEE SECTION 'A-A'	VENT
V14	2200x550 TANK WALL VENT	184.34°	SEE SECTION 'A-A'	VENT
V15	2200x550 TANK WALL VENT	198.98°	SEE SECTION 'A-A'	VENT
V16	2200x550 TANK WALL VENT	213.62°	SEE SECTION 'A-A'	VENT
V17	2200x550 TANK WALL VENT	228.26°	SEE SECTION 'A-A'	VENT
V18	2200x550 TANK WALL VENT	242.90°	SEE SECTION 'A-A'	VENT
V19	2200x550 TANK WALL VENT	257.53°	SEE SECTION 'A-A'	VENT
V20	2200x550 TANK WALL VENT	272.17°	SEE SECTION 'A-A'	VENT
V21	2200x550 TANK WALL VENT	286.81°	SEE SECTION 'A-A'	VENT
V22	2200x550 TANK WALL VENT	301.45°	SEE SECTION 'A-A'	VENT
V23	2200x550 TANK WALL VENT	316.09°	SEE SECTION 'A-A'	VENT
V24	2200x550 TANK WALL VENT	330.72°	SEE SECTION 'A-A'	VENT
V25	2200x550 TANK WALL VENT	345.36°	SEE SECTION 'A-A'	VENT
M1	Ø800 TANK MANWAY	ORIENTATED ON SITE	EL 2307.257	TANK ACCESS

Fuente: Area mecánica empresa Skanska.

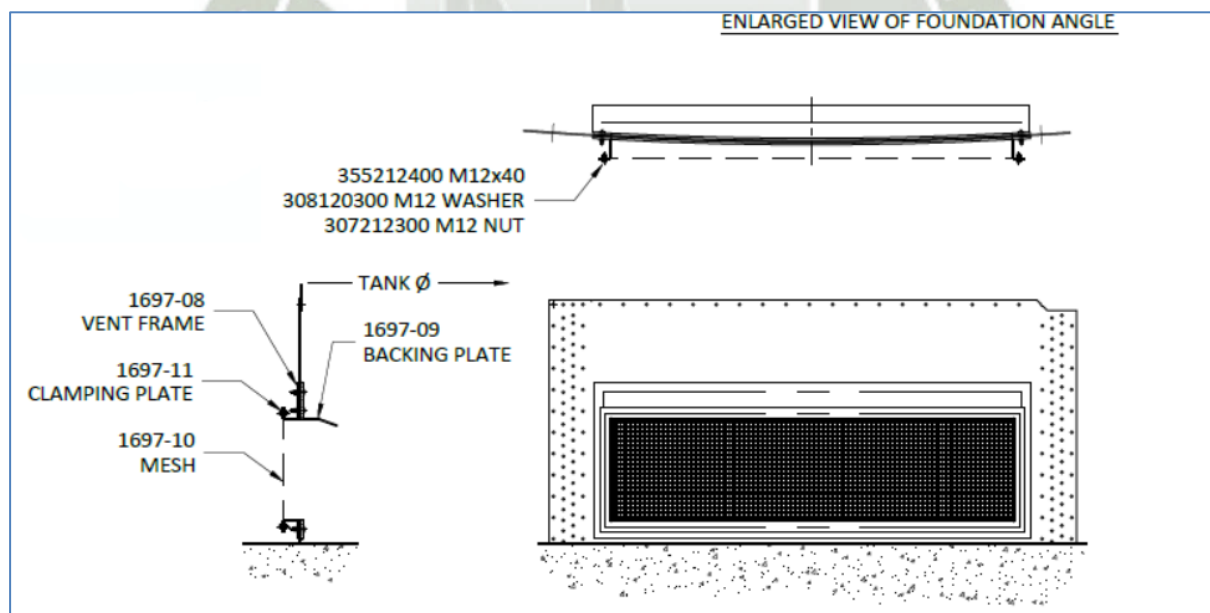


Figura 4-12: Modelo de ventana de tanque permastor.

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

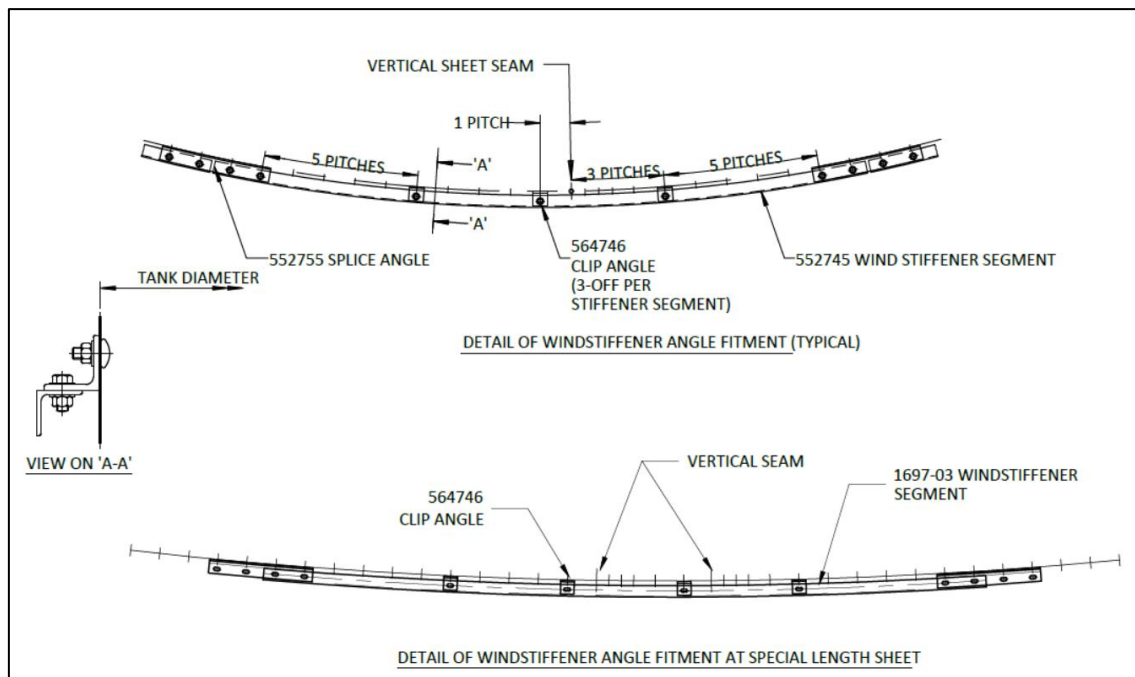


Figura 4-13: Modelo de curva de nivel de construcción de tanque permastor.

Fuente: Área mecánica empresa Skanska.

Puerta del tanque permastor: el tanque cuentan con una puerta ubicada al centro colindante con los demas tanques permastores

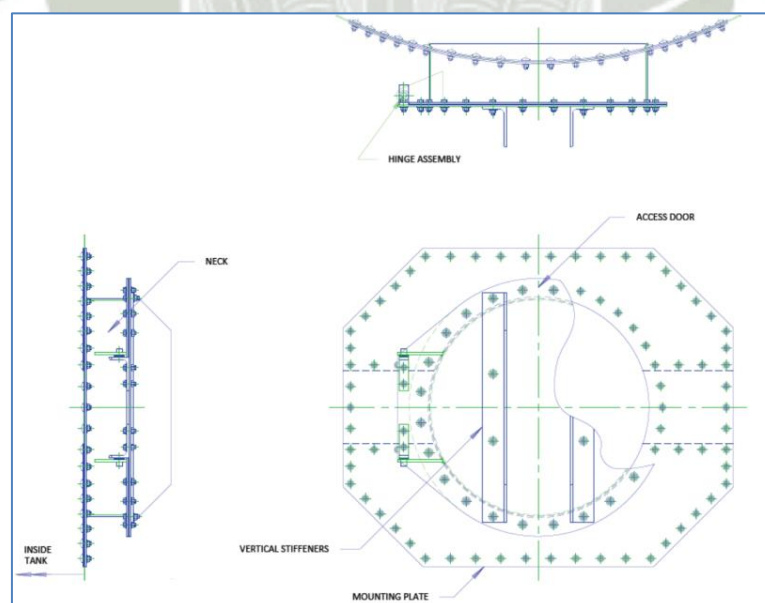


Figura 4-14: Modelo de puerta central de tanque permastor.

Fuente: Área mecánica empresa Skanska.

4.2.2 Componentes Accupier

El sistema AccuPier consta de 4 componentes: base ajustable, puntal de PVC, tapa y rejilla FRP de soporte.

Base ajustable (2 partes): La base ajustable es la fundación del pilar y consta de 2 partes que se ajustan para acomodarse en el piso del tanque con una pendiente de hasta 4%.

Base: La base es la pieza superior en la fundación ajustable. Tiene una manga central elevada con una brida inferior amplia cónica. La brida está marcada en el borde superior con indicadores de % de pendiente y pasadores en la parte inferior para acoplarse con la cuña. La manga central recibe el puntal y tiene ocho cartelas de refuerzo para la estabilidad vertical. La base del pilar está anclada al piso de concreto del filtro a través de (3 de 6) agujeros para colocar las anclas.

Cuña: La pieza inferior de la base ajustable es la cuña. Es un disco cónico que se utiliza en conjunción con la base. La cuña está diseñada para acoplarse con la base mediante pasadores de posicionamiento. El borde de la cuña está marcado con un indicador de muesca en "V" para alineación a la pendiente deseada marcada en la base. La cuña y la base trabajan juntos para adaptarse a la pendiente del piso del filtro, manteniendo la parte superior del nivel de base ajustable. La cuña está fija a la base a través del anclaje de la base hasta el piso del tanque.

Puntal de pvc: Tubo PVC de 4" cédula 80 se utiliza para el puntal de PVC. El tubo se suministra en tramos de 20' de longitud a cortar como sea necesario para alcanzar la altura requerida de pilar. El tubo está anclado la base con cemento pesado para PVC.

Tapa: La tapa es la pieza superior del pilar. Sella el puntal PVC, complementa la unidad de pilar y proporciona un saliente de soporte para la rejilla FRP. La parte superior de

la tapa tiene una pestaña rectangular para soportar la rejilla. La parte inferior de la tapa tiene una manga central para recibir el puntal y cartelas de apoyo para la brida. La brida tiene varios agujeros formados en ella para permitir el drenaje y ventilación adecuada para el medio. La tapa está fijada al puntal de PVC con pegamento para PVC.

Rejilla de pvc: La rejilla de soporte se apoya en la parte superior de la tapa de pilar a pilar. La rejilla es de 12" de ancho y se suministra en tramos de 24' de largo para ser cortada en el campo para encajar a $\frac{1}{2}$ " de la pared del tanque. Extremos cortos y raspones que se produzcan durante la instalación deben ser sellados con una resina FRP compatible. Las juntas de los extremos de la rejilla deben estar centradas sobre un pilar a través del tanque, excepto en el perímetro del tanque donde la rejilla puede estar volada en un pilar 12" o menos asumiendo que la longitud de la rejilla se apoyara sobre dos o más pilares. La rejilla FRP proporciona un soporte sólido para el medio y permite drenaje adecuado y sin obstrucciones.

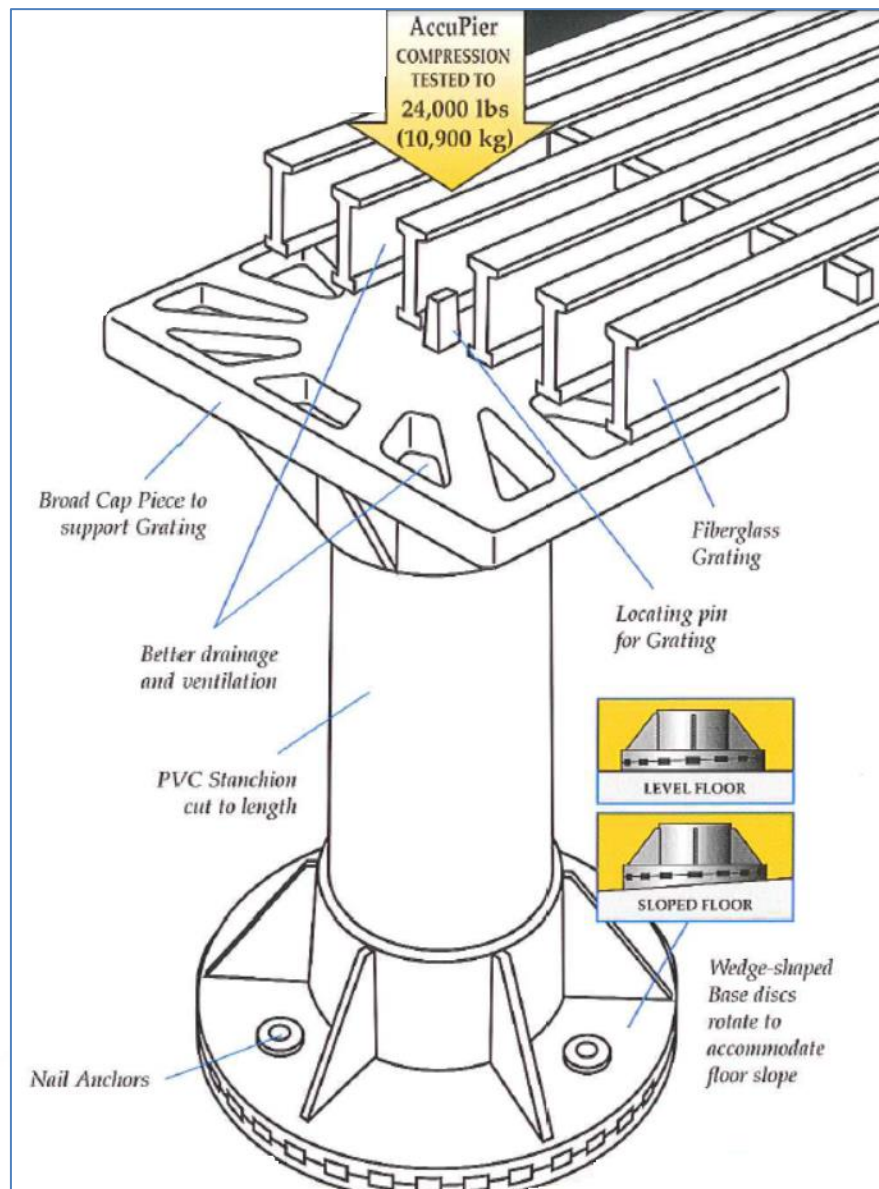


Figura 4-15: Modelo de instalación de soporte.

Fuente: Area mecánica empresa Skanska.

4.2.3 Instalación del sistema accupier

Antes de iniciar la instalación, el piso del tanque debe estar libre de basura, barrido y limpio para que una cuadrícula de instalación se pueda marcar con líneas de tiza.

Asegúrese de ver los dibujos de instalación de pilares para tener el espacio apropiado entre pilares en una fila y el espacio entre filas.

DISPOSICIÓN: La cuadrícula de pilares debe ser diseñada de tal manera que la rejilla de soporte corra perpendicular a la canaleta de efluentes y de que no haya pilares que se instalen en la canaleta (o mínima cantidad de pilares en la canaleta, si esta es demasiado ancha para el requerido espaciamiento de pilares).

Inicie el diseño desde el centro del tanque trabajando en ambas direcciones. Utilice una caja de tiza para ajustar las líneas de cuadrícula para la ubicación de pilares.

Las líneas de división son las líneas centrales perpendiculares a los pilares.

La construcción de las bases y puntales se hace de acuerdo al diagrama mostrado

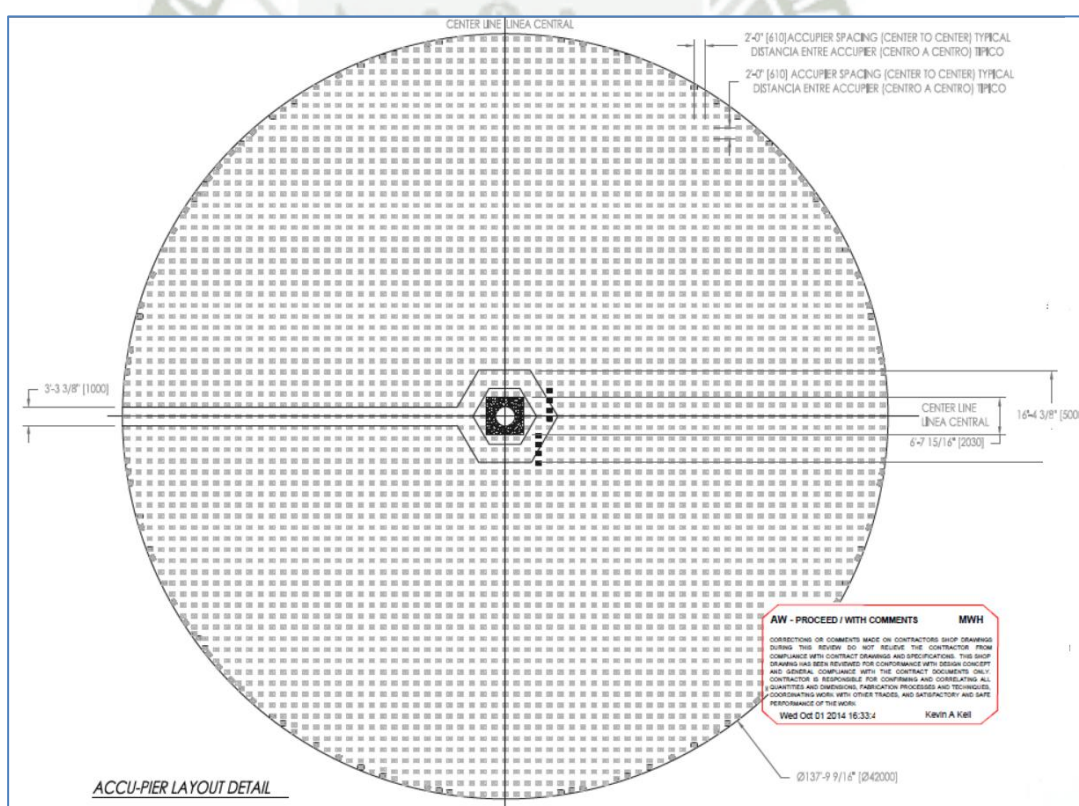


Figura 4-16: Modelo de ubicación de soportes en piso de tanque percolador.

Fuente: Area mecánica empresa Skanska.

Es un sistema prediseñado para soportar el medio de un filtro percolador. Una base con pendiente ajustable y puntales de corte a la longitud deseada permiten la instalación en una variedad de configuraciones de tanques.

ORIENTACIÓN DE LA BASE DEL PILAR: La base y la cuña se deben colocar junto con la muesca en "V" alineadas con la marca de 0% pendiente.

Coloque la base ajustable centrada sobre una de las líneas de intersección en la cuadrícula de diseño.

La base debe colocarse de modo que el indicador de pendiente de 0% enfrente el punto más bajo del piso del tanque.

NIVEL Y ANCLA BASE: Utilice un nivel torpedo en la parte superior de la base para comprobar el nivel; comprobar en todas las direcciones.

Ajuste la base para nivel manteniendo la cuña en su lugar y girando la base hasta estar nivelado en todas las direcciones.

Después que la base ha sido nivelada, anclar la unidad base al piso del tanque. Los anclajes deben ser tornillos Tapcon de acero inoxidable. Agujeros piloto para los tornillos tendrán que ser perforados a través del concreto, la base y la cuña después de que se han establecido por las direcciones anteriores. Los orificios deben ser 5/16" de diámetro y 2 1/2" de profundidad, los agujeros necesitan ser limpiados antes de instalar. Los agujeros no se pueden perforar más profundo que 2 1/2", a fin de evitar golpear las barras de refuerzo. Habrá tres (3) agujeros por pilar, espaciados uniformemente alrededor de la base. Agujeros para el lugar de anclaje se proporcionan en la base.

TAMAÑO DE PUNTALES: Después de que la base ajustable se ha anclado correctamente, tendrán que ser tomadas las elevaciones para determinar la longitud del puntal.

Coloque el polo histórico o cinta métrica en el interior de la manga y en la parte superior del collar interior en que la tubería se soportara.

Determinar la dimensión a la parte inferior del medio.

- Restar 2½" de esa dimensión para establecer la longitud de la tubería necesaria.
- La ½" es para el espesor de la tapa y 2" por el espesor de la rejilla de soporte.

CORTE DE PUNTALES: Mida una pieza de tubería PVC ced 80 de 4" y marque la longitud deseada.

El uso de una sierra circular con una hoja dentada de carburo fino para cortar el tubo. La cuchilla de corte de carburo dentada es más rígida y proporciona un corte más preciso. Corte el tubo a la longitud.

Coloque la pieza cortada en su base asociada donde fue tomada la dimensión.

ENSAMBLE DE COMPONENTES DEL PILAR: Primario/limpiador y cemento pesado para PVC se utilizan para pegar el tubo a la base y la tapa al tubo. Limpie los extremos de la tubería y el interior de la manga en la base y la tapa.

- Aplique una generosa porción de pegamento en un extremo de la tubería y en la base.
- Insertar el tubo en la base. Algún movimiento de la tubería estará presente hasta que seque el pegamento. El tiempo de curado del pegamento variará
- Aplicar una generosa porción de pegamento en el extremo superior de la
- Tubería y en la tapa.

Coloque la tapa en el tubo, asegurándose de que esté completamente asentada. Asegúrese de orientar la tapa de modo que el lado corto corra paralela a la rejilla de soporte, proporcionando así soporte completo a lo ancho de la rejilla.

Para asegurarse de que las tapas están en línea dentro de una fila, se podría instalar un pilar en cada extremo de una fila con una cuerda seca colgando entre uno y otro. Las tapas de en medio pueden ser instaladas utilizando la cuerda para mantener el lado corto de la tapa paralela y en línea recta.

Tabla 4-5: Cantidad estimada de materiales.

<u>CANTIDAD DE MATERIAL PARA LOS FILTROS</u>		
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	accu -pier cuña inferior base inferior	3825
2	accu -pier ala inferior tapa inferior	3825
3	Acero inoxidable 316 de 3/8 " pernos de anclaje de 6" , arandelas y tuercas	11475
4	longitud accu tubería muelle 4 "	640
5	brida superior de rejilla tapa superior	3825
6	muelle accu rejilla de 20 "x 4 "	3852
7	2 " clip de pultrusionado	4386
8	tornillo m clip para tapa de muelle	4386
9	epoxi perno de anclaje y el aplicador	8 SETS

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.



Figura 4-17: Bases soporte y puntales en tanque permastor.

Fuente: construcción de modelo de puesta de soportes en otros países.

REJILLAS SOPORTE DE MEDIOS: El espaciamiento del pilar en las filas está configurado de modo que los tramos de 20' de rejilla, inicien y finalicen en el medio de un pilar. Las juntas de los extremos de la rejilla no deben quedar entre los pilares.

- La rejilla debe ser instalada de manera que las juntas de los extremos queden escalonadas de fila en fila.
- Comience con paneles largos de 20' que abarcan cualquier dren de efluente, escalonando las juntas extremas por lo menos un (1) pilar de fila a fila.
- Instale las piezas completas de rejilla a través de la fila.

- Continuar a través de la fila.
- Fijar las rejillas encima de las tapas usando 2clip y 2 pasadores.

La posición de las rejillas en los accupier, instalado primero las planchas enteras sin cortar primero empesando por el centro y terminando en las esquinas, en las esquinas cortar las piezas de rejillas para que encaje desde el final de la plancha entera asta el muro perimetral del filtro y un máximo de 12" sobresalientes al último accupier. Cada pieza cortada deberá medirse y cortarse para encajar y en las esquinas cubrir con resina cortadas cubrir con resina.

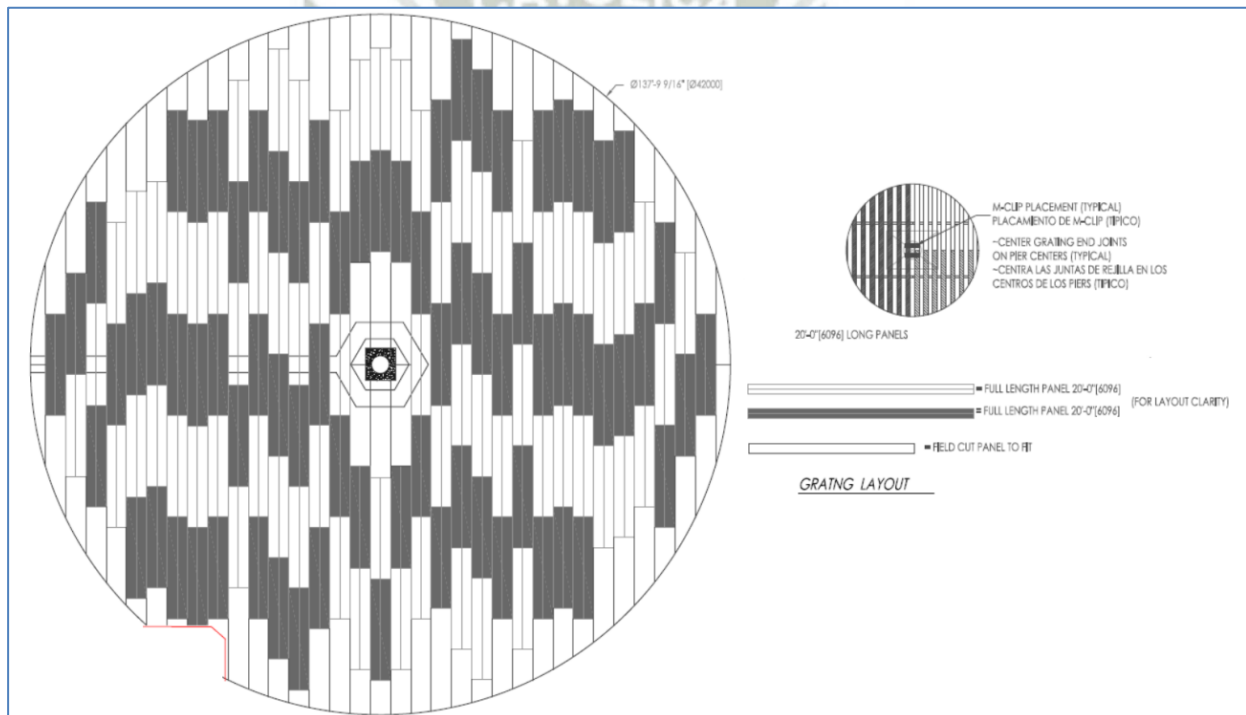


Figura 4-18: Modelo 2D ubicación de rejillas de soporte medias.

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.



Figura 4-19: Modelo 3D de construcción de rejillas de Soporte de medias

Fuente: construcción de modelo de puesta de soportes en otros países.

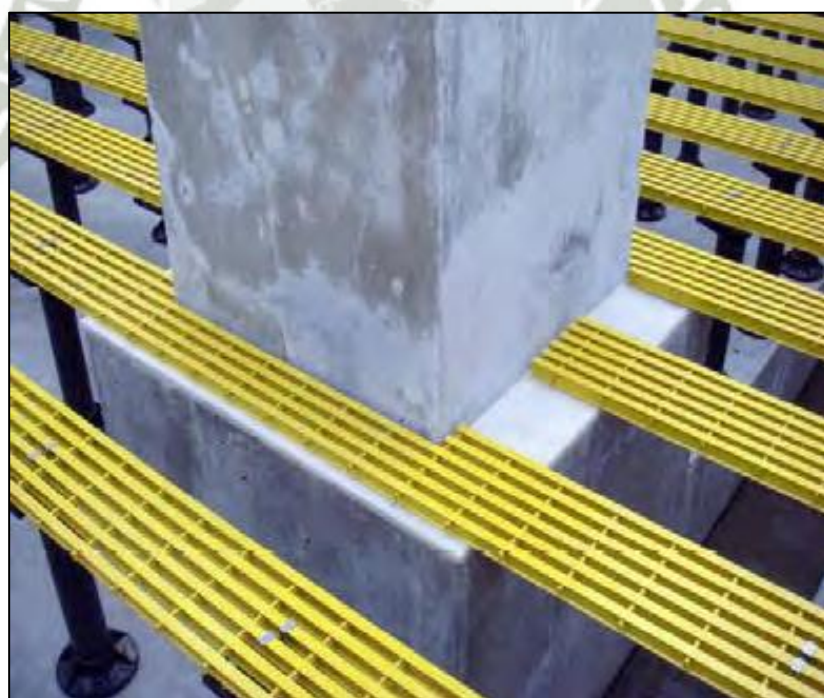


Figura 4-20: Modelo de 3D de puesta de rejillas en columna.

Fuente: construcción de modelo de puesta de soportes en otros países.

4.2.4 Medios plasticos.

los medios que se utilizaran son de plastico les llamaremos modulos, para empezar con esta contruccion primero se debe tener en cuenta la medida del modulo diametro del filtro columna central de distribucion, canal del efluennte y tuberias y otra interferencias.

La elevacion maxima de rejilla para soporte del medio debe estar como maximo entre +/- 3mm.

Empezaremos con la contruccion colocando los modulos en la columna central posicionando el largo del modulo de forma perpendicular a la rejilla soporte y centrado sobre dos filas de grating, complete una fila instalado hacia el muro perimetral del filtro asta que un modulo entero ya no encaje verificando que la fila se complete, sin espacios y posicionando a 90° para soportar la rejilla.

Empezar de nuevo en el centro del filtro poniendo el primer modulo de la segunda fila adyacente al primero en un patron de “una mitad” completar la segunda y subsecuente filas siguiendo el mismo patro.

Al terminar algunas filas de modulos se puede iniciar a cortar el perimetro del filtro, medir cada lado del ultimo filtro. Marque el modulo completo colocando una fila en la pared del tanque cortar de tal manera que encaje en el espacio basio de tal manera que que la separacion entre el tanque y los modulos sea menor a 2”.

Al poner los filtro se debe tener cuidado de no dañarlos tratar de no caminar directamente en el modulo usar madera contrachapada de ½” para proteccion temporal durante el proceso de instalacion, en la siguiente figura se puede ver como tiene que ir colocados los modulos en el tanque.

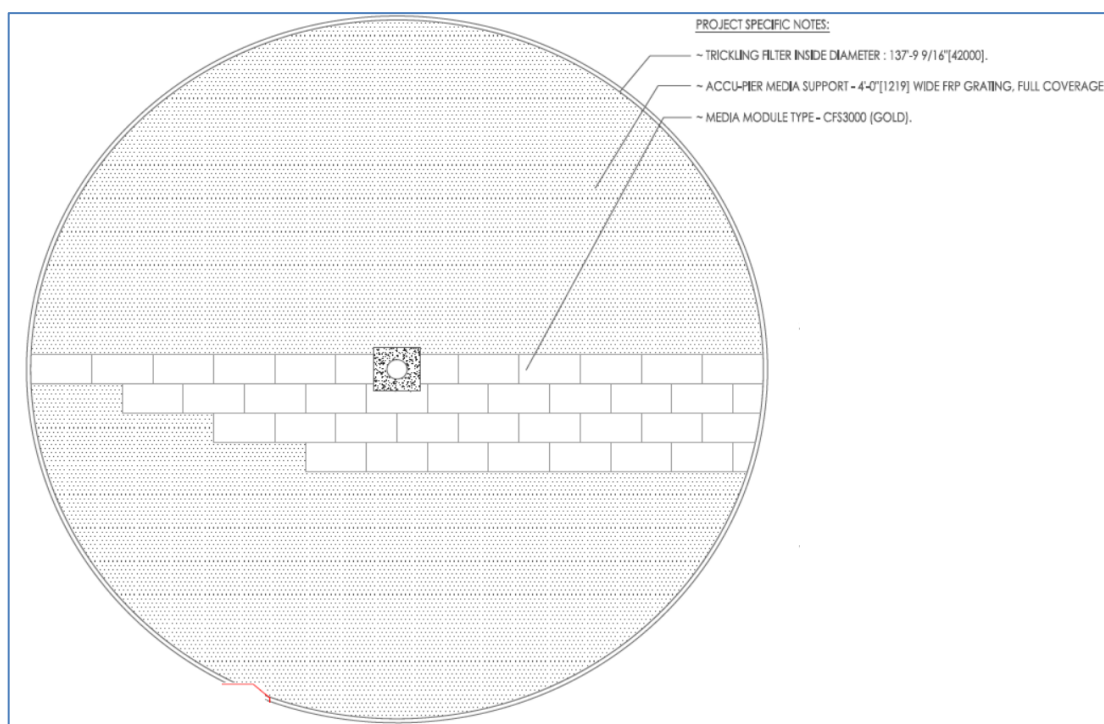


Figura 4-21: Modelo 2D de ubicación en tanque de medias de acuerdo a columna.

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

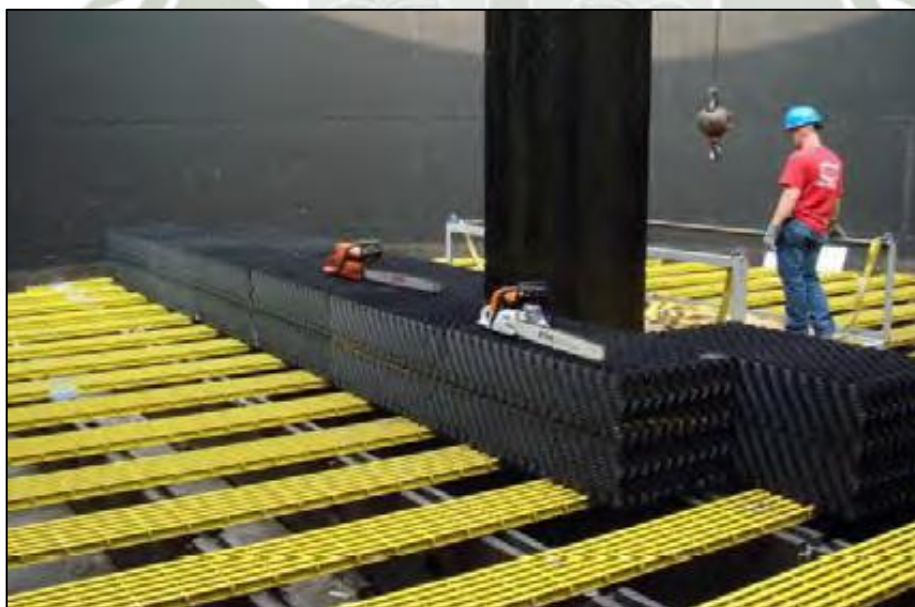


Figura 4-22: Inicio de instalación al centro de la columna.

Fuente: construcción de modelo de puesta de soportes en otros países.

Comience por colocar el primer modulo de medias de la segunda capa empezando de la columna central de manera perpendicular a los modulos de la capa inferior, asegurandose que las costuras de modulos no se alineen con las costuras de modulos de abajo, continuar con la contruccion de esta manera y seguir este patron

Al terminar las filas continuar de esta manera y cortar los modulos para que encajen en el muro perimetral.

Repetir este procedimiento asta concluir la cantidad de filas nesesarias para la construccion

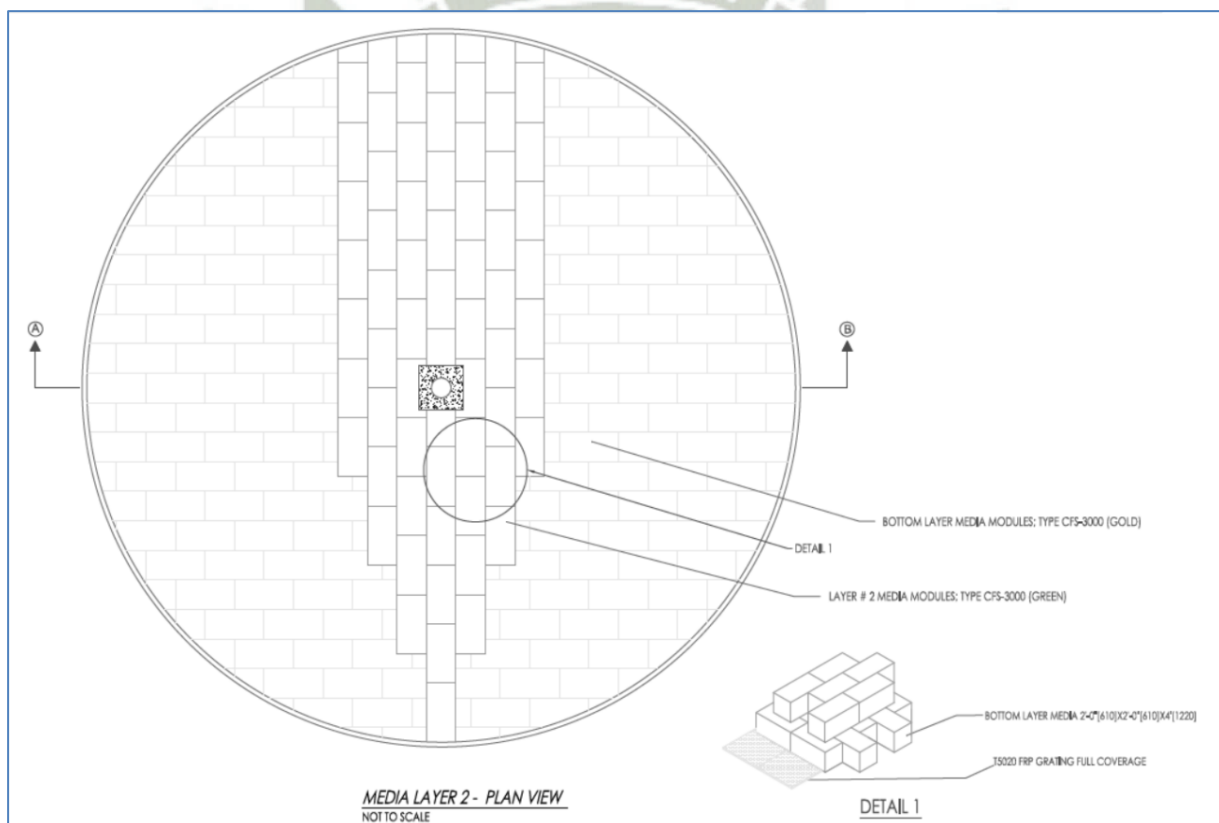


Figura 4-23: Figura 2D de ubicación de filtros 2da capa transversal de ubicación.

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska

.

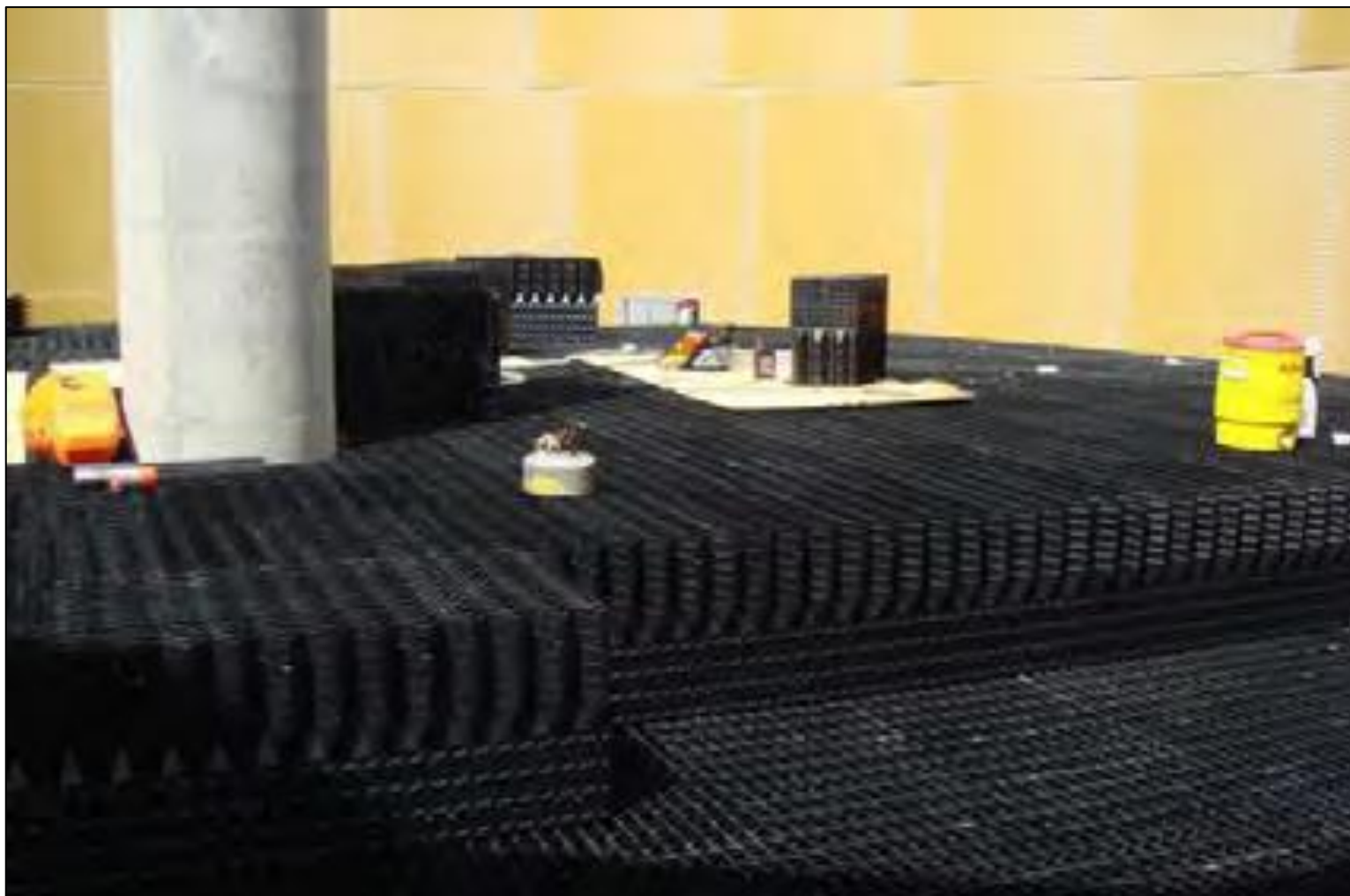


Figura 4-24: Instalación de la segunda capa de filtros 3D capa transversal.

Fuente: Construcción de modelo de puesta de soportes en otros países.

56



Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

ROCIADORES: En la construcción de los Tanques también está la puesta de los
ores, esto es puesto por el personal de tubería otra área se encarga de realizar este trabajo.

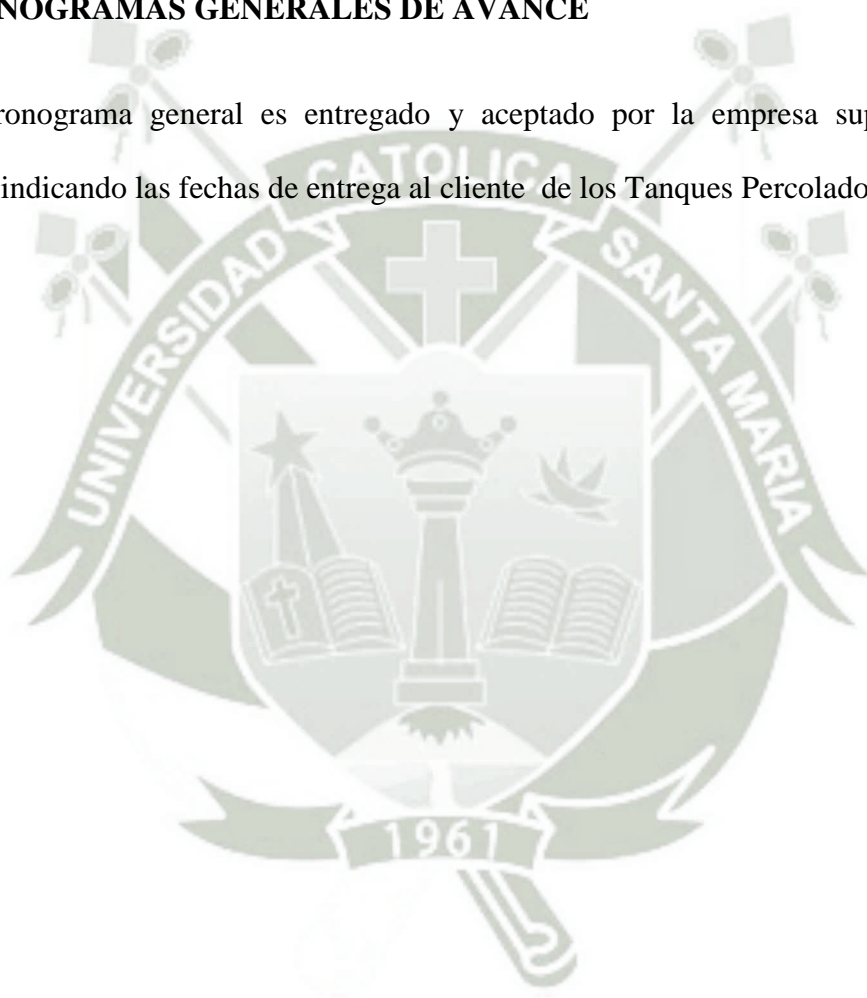
CAPÍTULO V: EJECUCIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN MECÁNICA TANQUE PERCOLADOR

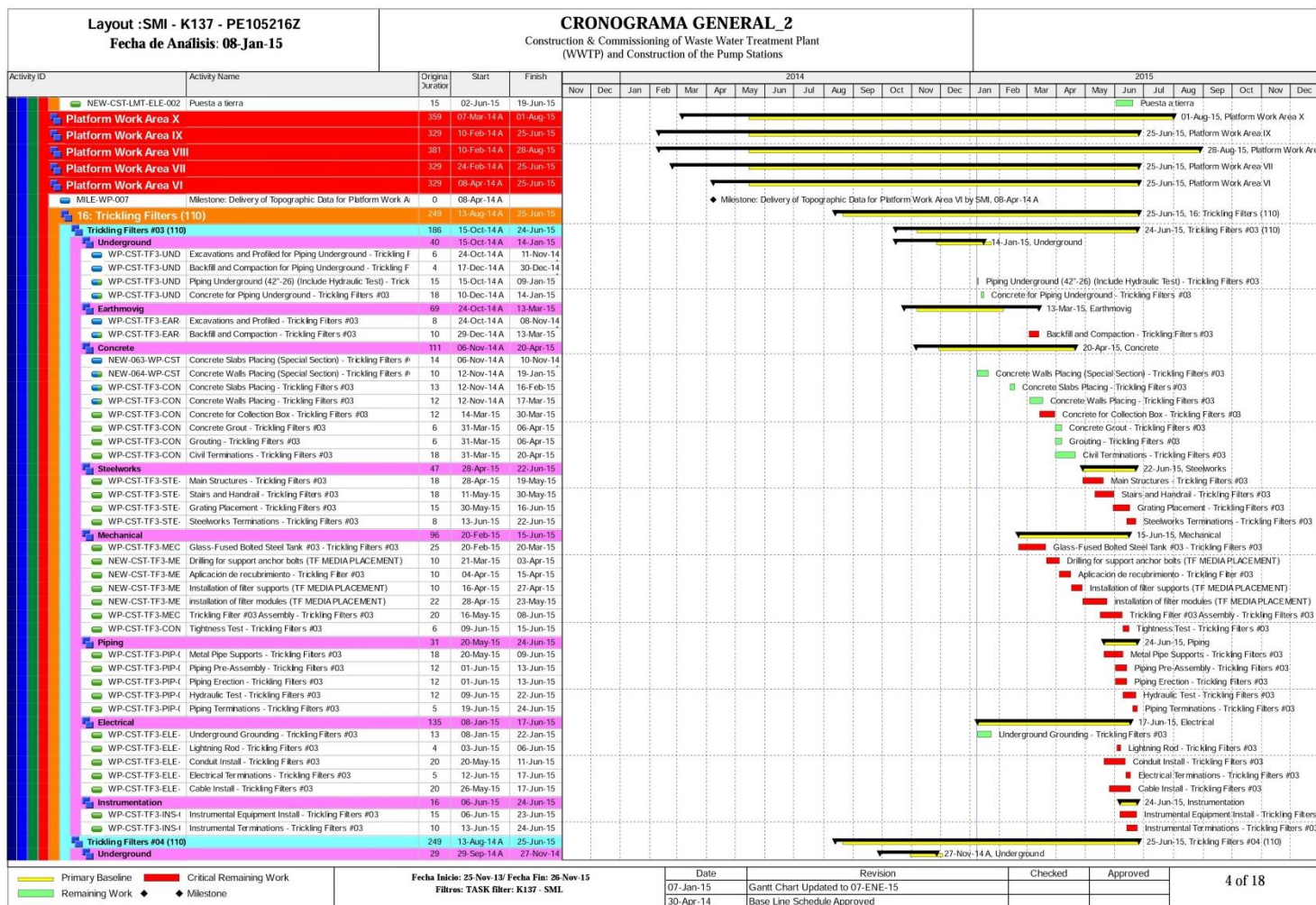
En este capítulo ejecutaremos la construcción mecánica del tanque percolador.

Empezaremos primero por mostrar el cronograma requerido por el cliente, y las fechas a cumplir en la construcción de los tanques percoladores.

5.1 CRONOGRAMAS GENERALES DE AVANCE

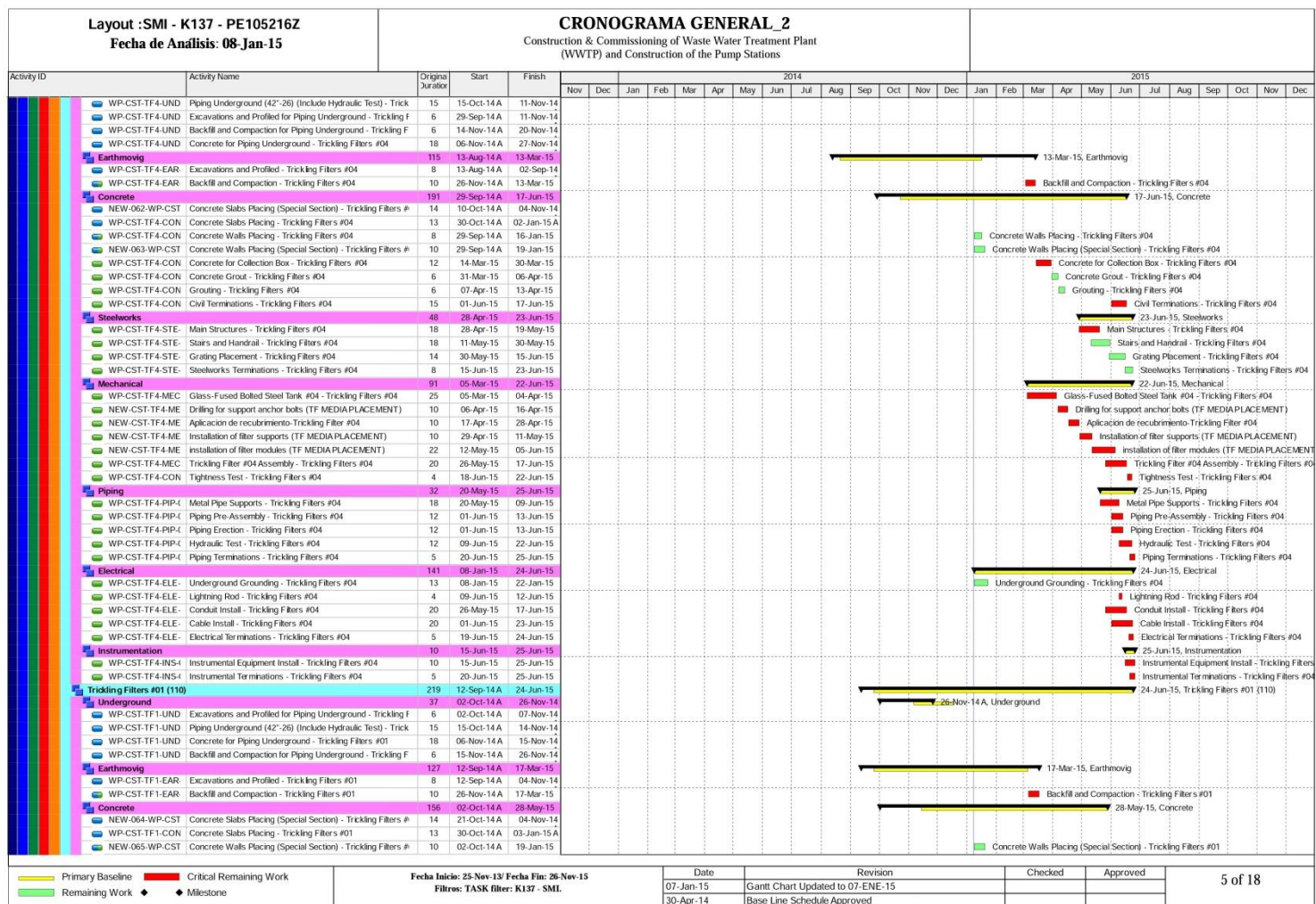
El cronograma general es entregado y aceptado por la empresa supervisora este cronograma indicando las fechas de entrega al cliente de los Tanques Percoladores





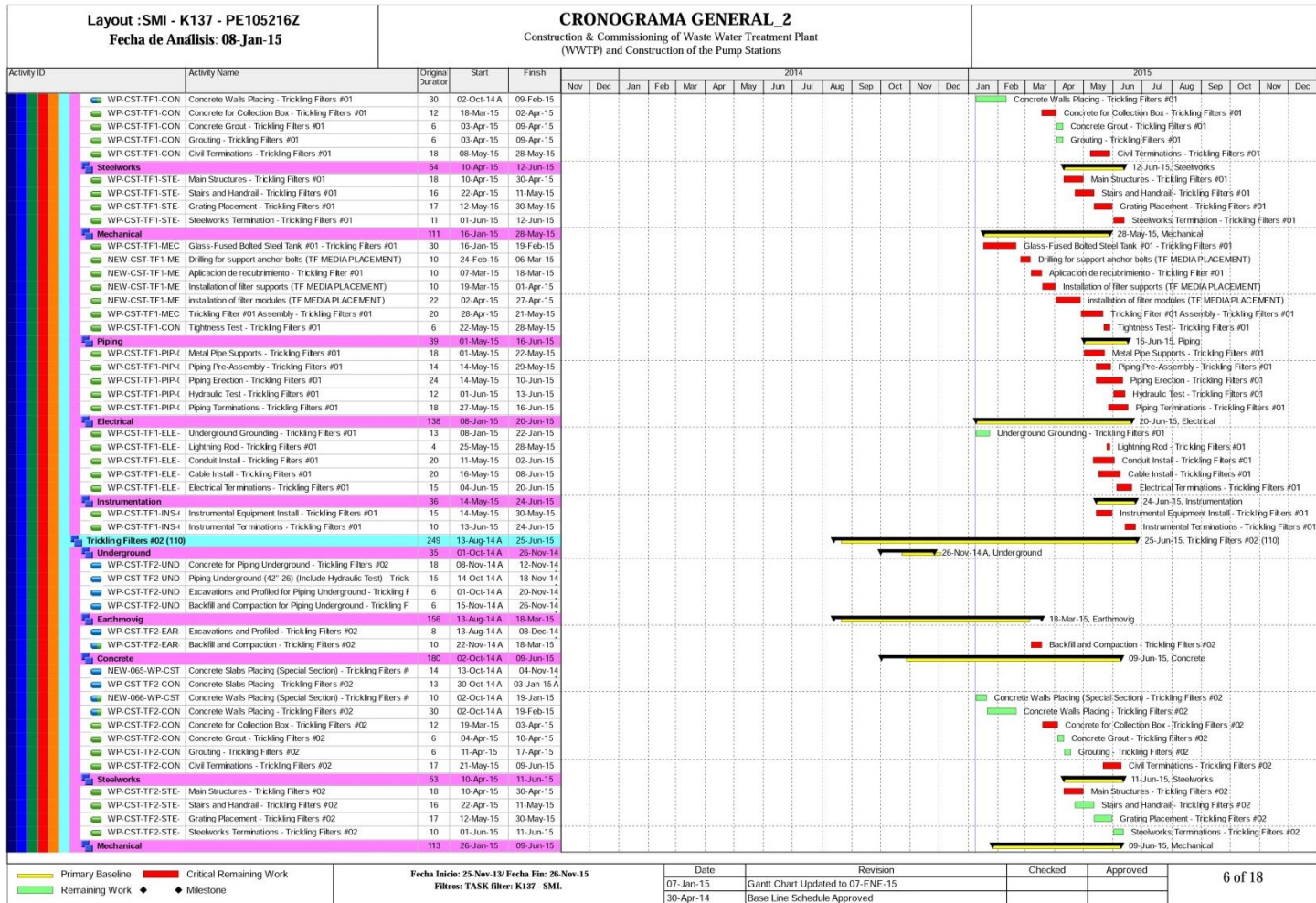
Construcción 5-1: Cronograma general 1 construcción tanque percolador

Fuente: Área mecánica Empresa Skanska.



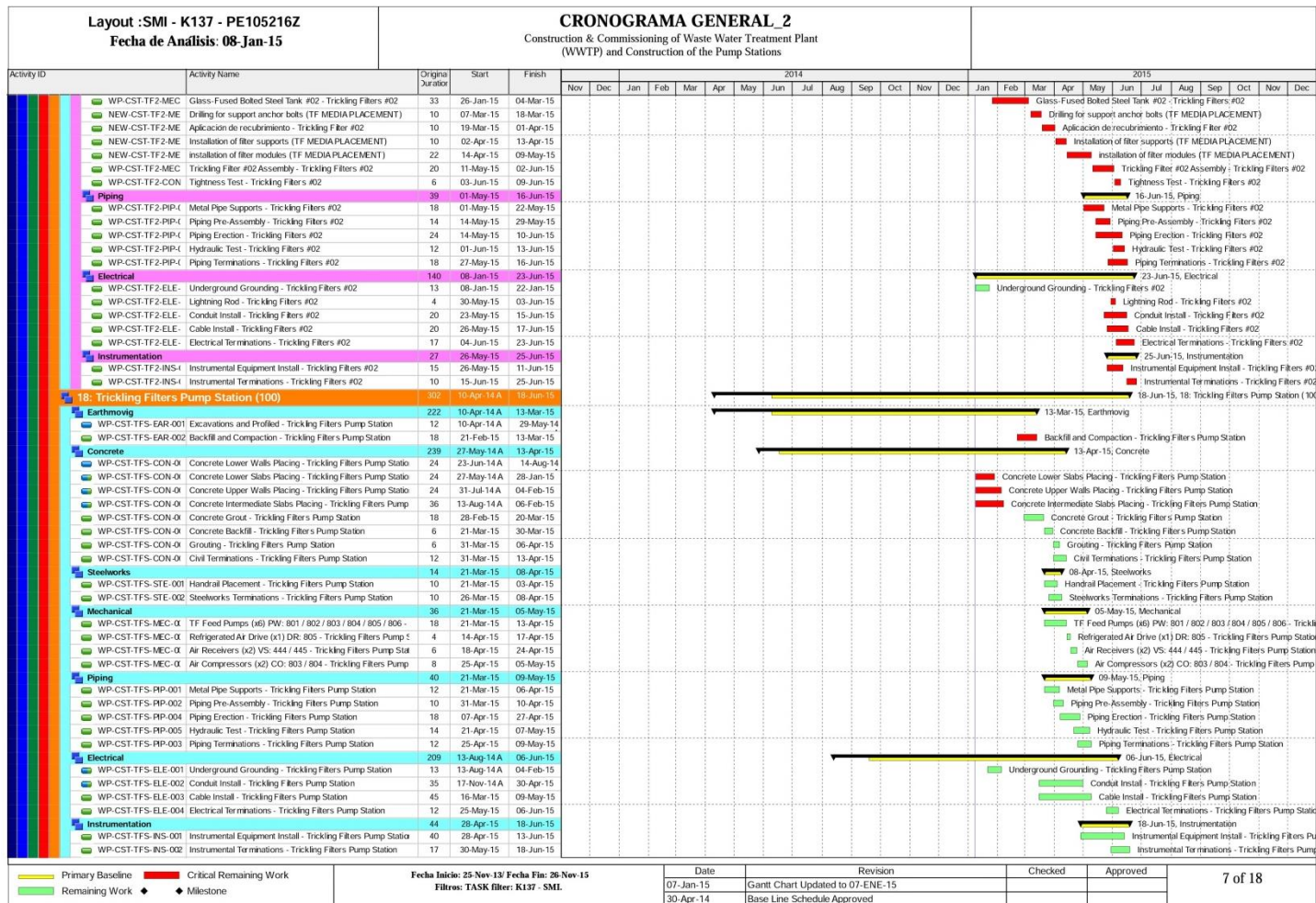
Construcción 5-2: Cronograma general 2 construcción tanque percolador

Fuente: Área mecánica Empresa Skanska.



Construcción 5-3: Cronograma general 3 construcción tanque percolador

Fuente: Área mecánica Empresa Skanska.



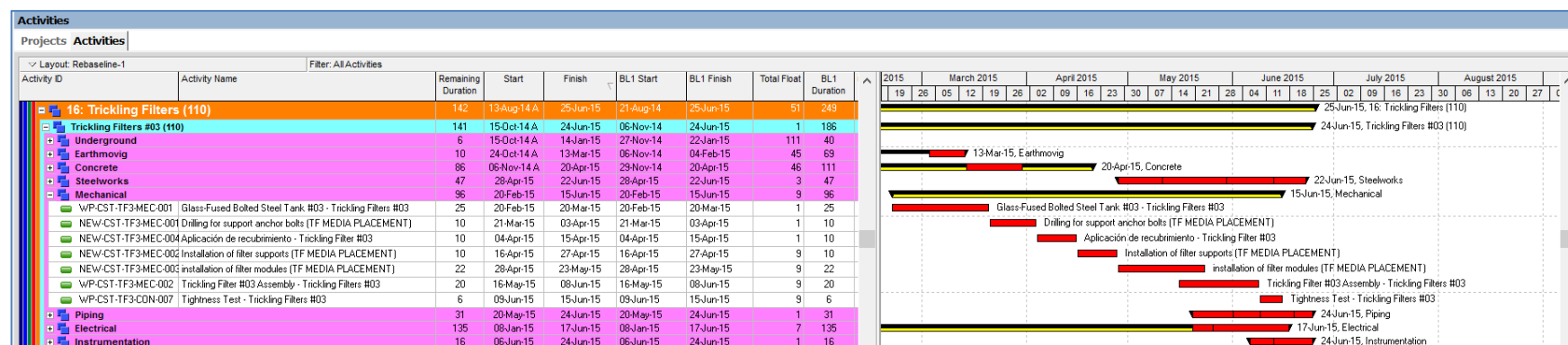
Construcción 5-4: Cronograma general 4 construcción tanque percolador.

Fuente: Área mecánica Empresa Skanska.

5.2 CRONOGRAMA GENERAL CONSTRUCCIÓN MECÁNICA

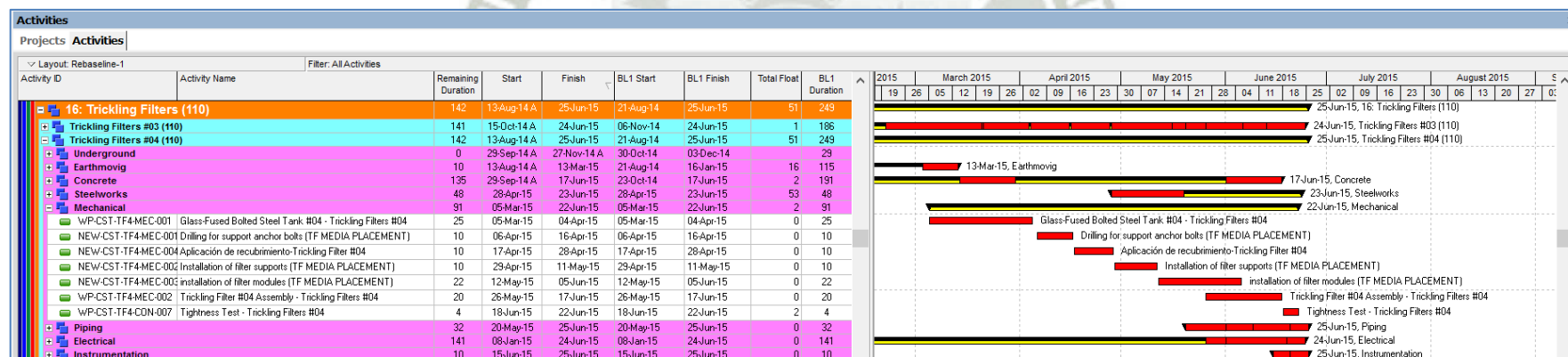
Basaremos la gestión de construcción solo en el área mecánica y filtraremos solo lo que es parte mecánica de este cronograma de construcción general para guiar nuestro estudio en el cumplimiento de estas fechas:





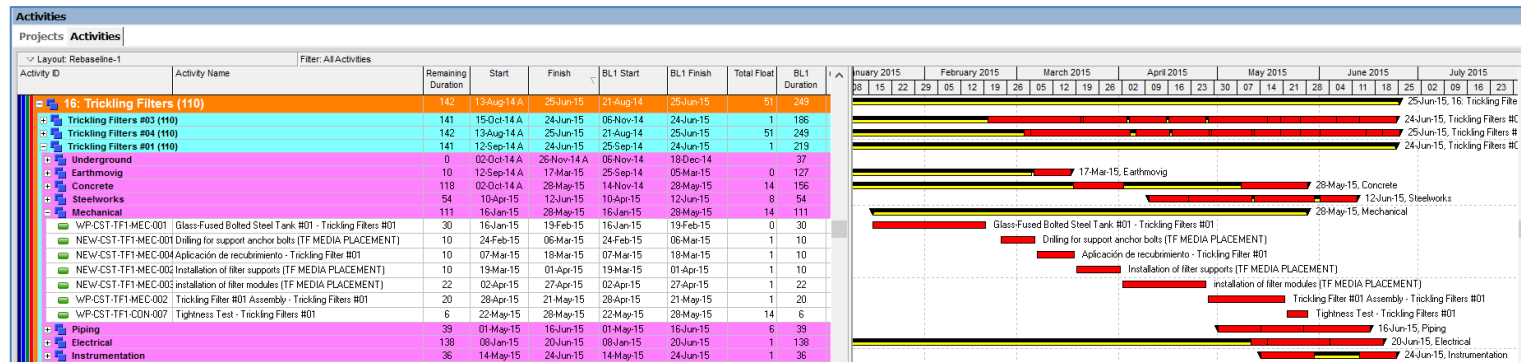
Construcción 5-5: Cronograma general construcción mecánica Tanque percolador TF N°03

Fuente: Área mecánica Empresa Skanska.



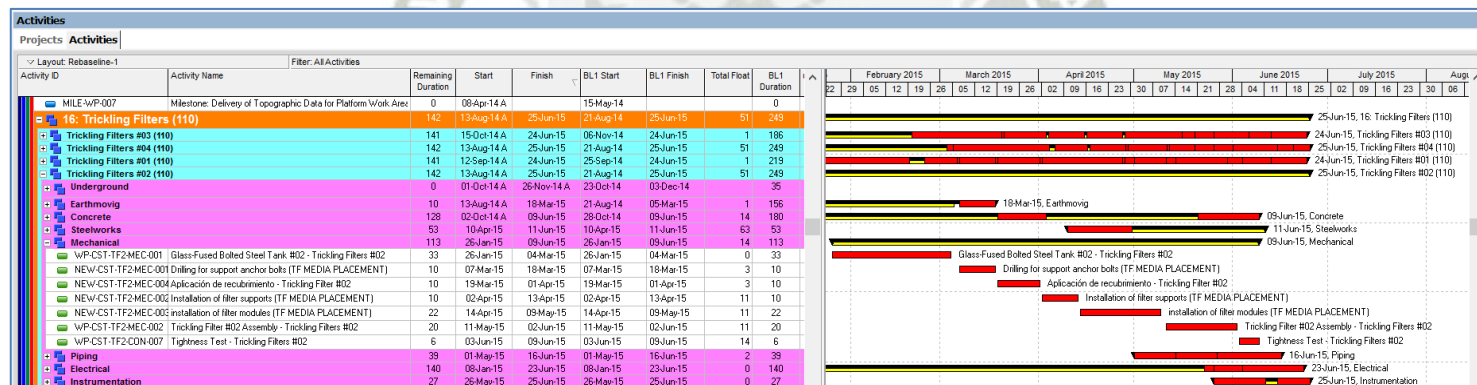
Construcción 5-6: Cronograma general construcción mecánica Tanque percolador TF N°04

Fuente: Área mecánica Empresa Skanska.



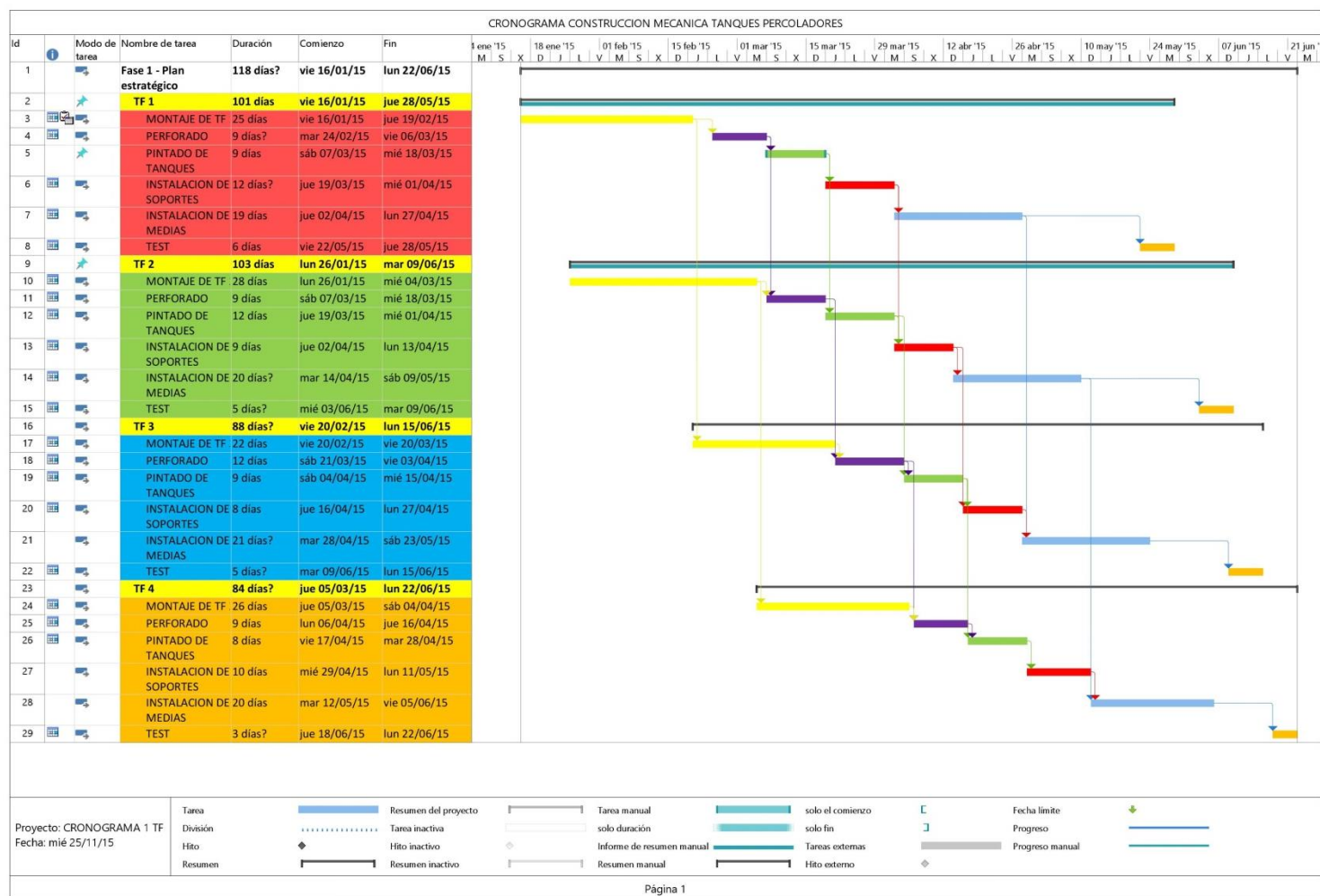
Construcción 5-7: Cronograma general construcción mecánica Tanque percolador TF N°01

Fuente: Área mecánica Empresa Skanska.



Construcción 5-8: Cronograma general construcción mecánica Tanque percolador TF N°02

Fuente: Área mecánica Empresa Skanska.



Construcción 5-9: Cronograma de Planeamiento general, Tanques sincronizados.

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

5.3 ESTUDIO DE TIEMPOS DE CONSTRUCCIÓN

Como los cuatro tanques son iguales, son atípicos, entonces los pasos de construcción no varían

Los paso de construcción son los siguientes.

5.3.1 Montaje mecánico de tanque permastor

- Montaje de tanque, placas de acero inoxidable
- 1 tanque = 450 placas

Construcción 5-11: Estudio de tiempos planeamiento esperado de montaje de placas al día

Tanque	450 placas			
	Trabajo por día	días	total	
Montaje de placas	25 placas	18	450	
Personal Necesario x cuadrilla				
Operario	2			
Oficial	1			
Ayudante	1			
Total	4			
	Cantidad x cuadrilla	Cuadrillas	Total de personal	
Total de cuadrillas	4	5	20	
	Unidades	TOTAL		
Horas de trabajo x día	Horas	9		
Horas de trabajo x día	Minutos	540		
Total de avance placas x día	Cantidad	25		
Total de cuadrillas x día	Cantidad	5		
Tiempo por placa	Minutos	108		
Tiempo por placa	Horas	1.8		
Cantidad de días total	Días	18		

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

Interpretación: Necesito 5 cuadrillas de 4 personas para poder montar 25 placas de cada piso de tanque x día, terminando la construcción de un tanque en 18 días y no retrasar la construcción ni retraso en el cronograma general del cliente.

5.3.2 Perforado.

El perforado se hace antes de la aplicación del recubrimiento en el concreto. Se van a instalar en el piso del filtro percolador en un patrón de cuadrícula de diseño aprobado, de 24 " (610) x 24 " (610) de centro a centro. El diseño de la cuadrícula es realizado por el área civil es marcado en el área de concreto por el topógrafo, Asegure la cuña y la base y perforar hoyos de 5/16" o 7.94 mm en tres ubicaciones piloto para orificios. Marque en el concreto donde se encuentran los orificios. Taladre orificios de 5/16" o 7.94 mm a 2.5" o 63.5 mm en el concreto y colocar los protectores.

Construcción 5-12: Estudio de tiempos planeamiento esperado de perforado de tanques

PERFORADO			
Trazo topográfico	ok		
Nivelación placa base	Seg.	120	
Perforación de agujeros en piso	Seg.	60	
Perforación de agujeros en placa	Seg.	60	
Puesta de protectores	Seg.	120	
	TOTAL Seg.	360	
	TOTAL min	6	
Adicional	min.	1	
	TOTAL min	7	
TOTAL DE PERFORACIONES POR TANQUE	CANTIDAD	3825	
TOTAL DE HORAS TRABAJADAS X DIA	TIEMPO	9 Hrs	540 min
Trabajo por grupo en un día	UND	77	
Total grupos de trabajo (grupo x 2p =Op.+Of.)	GRUPOS	5	
Total de trabajo por día total	UND	386	
CANTIDAD DE DIAS POR TANQUE	DIAS	10	

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

Interpretación: para el perforado en piso se hace el trazo topográfico esto encargado del área civil. Después se realiza el perforado de las placas base tomando 5 grupos de dos personas esto es un Operario y un Oficial, en total 10 personas, el trabajo a realizar tomando el estudio de tiempos es en 7 minutos por base (1 bases = tres agujeros/perforaciones) realizando el trabajo por día de 386 terminando el total de 3825 bases en 10 días.

5.3.3 Recubrimiento de tanque percolador

El recubrimiento es encargado por una empresa contratista, pero ellos tienen que cumplir con el cronograma que he establecido para no tener retraso en mi cronograma general, este avance será supervisado.

PASO 1: Limpieza y reparación de superficie con aire comprimido, en dos áreas distintas.

Se utiliza tres tipos de aplicación

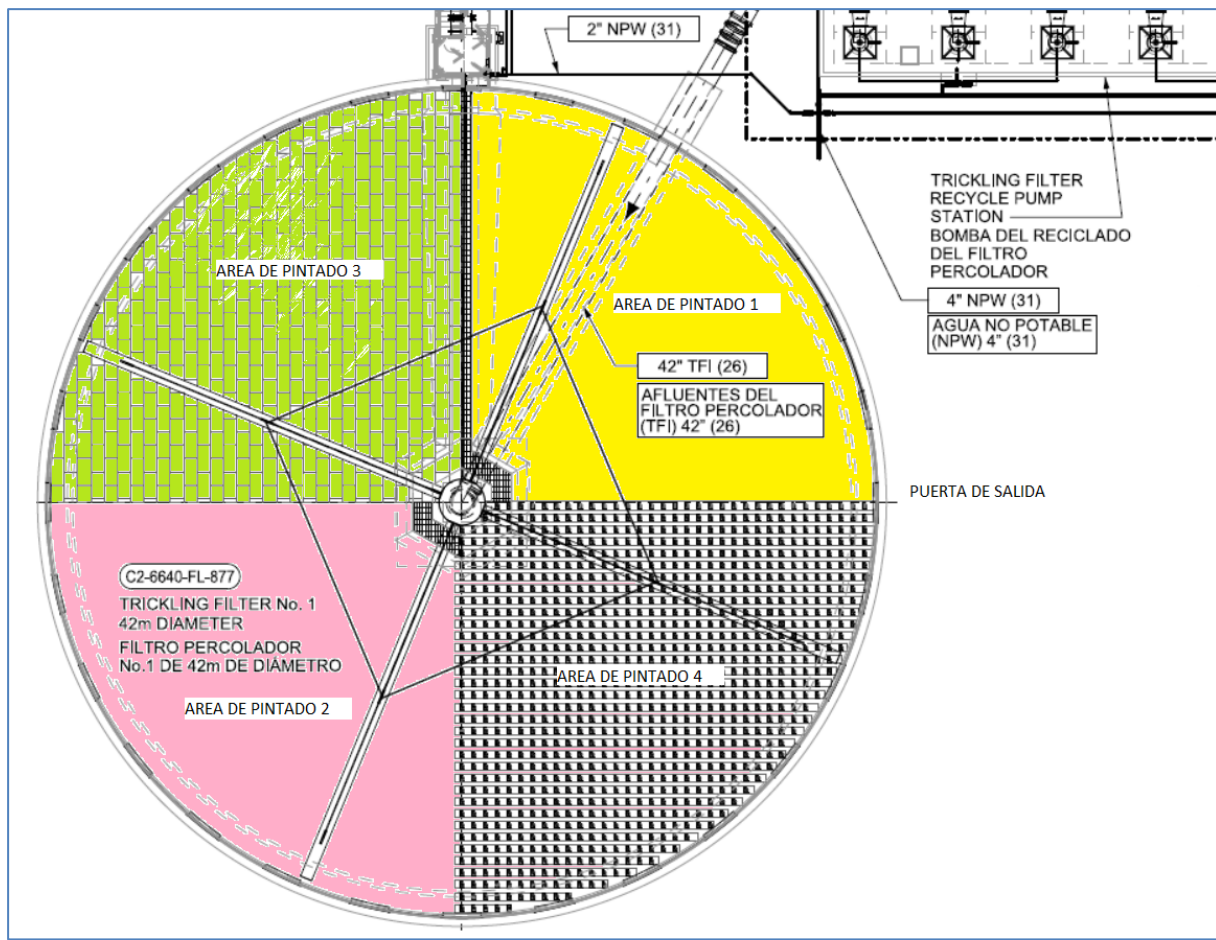
- A. CARBOLINE 510
- B. CARBOLINE 1340
- C. CARBOLINE (760 – REACTAMINE)

Por cada área de trabajo primero A después B después C.

Construcción 5-13: Estudio de tiempos de planeamiento esperado de aplicación de recubrimiento

APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTO				
TIEMPO DE TRABAJO	11 DIAS	OBLIGATORIO		
AREAS TOTALES POR TANQUE	CANTIDAD	4		
TIEMPO DE TRABAJO	DIAS	11		
PLANEAMIENTO SUGERIDO				
		TRABAJO		AREA
	DIAS	MAÑANA	TARDE	
	1	LIMPIEZA		TODAS
	2	COMP. A	COMP. B	1
	3	COMP. C	LIMPIEZA	
	4	COMP. A	COMP. B	2
	5	COMP. C	LIMPIEZA	
	6	COMP. A	COMP. B	3
	7	COMP. C	LIMPIEZA	
	8	COMP. A	COMP. B	4
	9	COMP. C	LIMPIEZA	
	10	REPARACIONES	REPARACIONES	TODAS
	11	REPARACIONES	REPARACIONES	TODAS

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.



Construcción 5-14: Diseño de Planeamiento esperado por áreas de aplicación de recubrimiento.

Fuente y Elaboración: Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

Interpretación: El tiempo de término de trabajo por cada tanque es de 11 días se hace el planeamiento sugerido ya que la aplicación de recubrimiento es hecho por una contratista se elabora el planeamiento sugerido para el trabajo y no generar retraso en el planeamiento establecido.

5.3.4 Instalación de soportes.

Comenzaremos en el centro del canal de efluente del tanque circular y marcar el patrón de rejilla en el piso del filtro y lugar cuñas Accu-pier, colocar el artículo #1, en el suelo del filtro en cada punto de cruce en la cuadrícula. Centrar las cuñas en el punto de cruce

que utiliza los puntos de centrado previsto en el círculo abierto interior de las cuñas. Alinee la muesca en V en el lado de las cuñas para que apunten directamente hacia la pendiente de la zanja de drenaje del filtro.

Coloque la base accu-pier, artículo # 2 , sobre cada cuña, las clavijas de alineación en la cara inferior de la base accu-pier y la cara superior de la cuña accu -pier permita ajustes 0.5%. Gire la base en torno a su punto central en la posición en la cuadrícula hasta que la cuña y base este al mismo nivel, comprobar la nivelación de la base y de la cuña con un nivel de burbuja en la parte superior de la base en dos direcciones y hacer los ajustes necesarios

Corte de la tubería de PVC de 4" a la longitud adecuada tener en cuenta la altura de la rejilla, así como tener en cuenta la altura de las bases y la altura de las tapas superior. La altura del conjunto accu-pier y la rejilla FRP debe igualar la parte superior de la rejilla con la parte superior especificada como tope de soporte.

Comprobar visualmente que las filas y las columnas están alineadas a través del tanque y que este a plomo y en la elevación correcta

- Retirar el tubo de PVC limpiar y colocar pegamento

Aplicar el limpiador y el pegamento en la parte superior de la tubería y la tapa, colocar la tapa superior de los tubos de PVC alinee la tapa rectangular de modo que el eje largo corra transversalmente a la rejilla FRP.

Colocar la rejilla encima de las tapas y sellar los bordes con resina FRP.

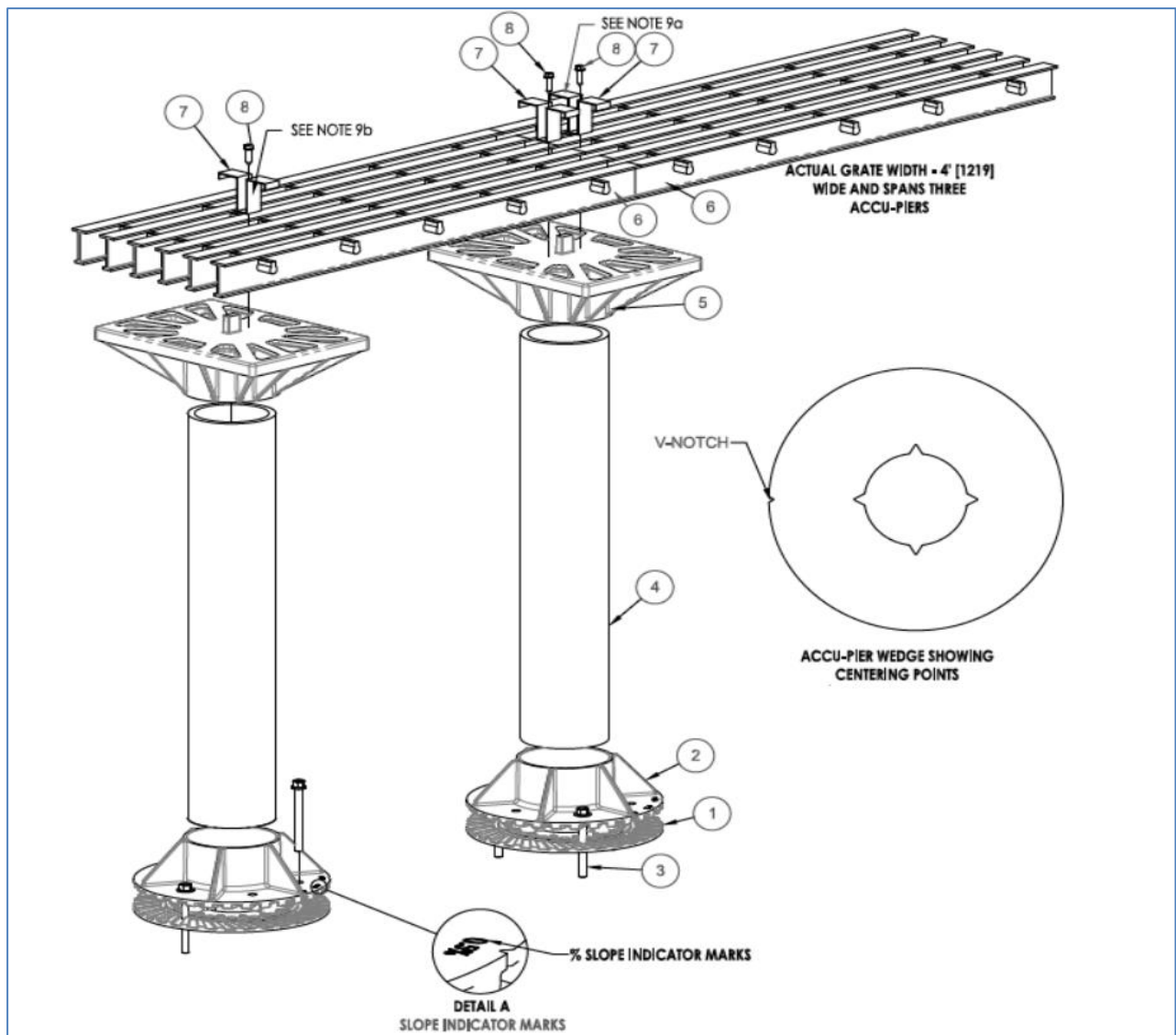


Figura 5-1: Modelo de montaje de soportes

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

Para realizar todo este procedimiento lo aremos en dos partes primero los pedestales después la rejilla de FRP.

Construcción 5-15: Estudio de tiempos planeamiento esperado de instalación de soportes

INSTALACION DE SOPORTES					
TOTAL DE PEDESTALES POR TANQUE	CANTIDAD	3825			
TOTAL DE HORAS TRABAJADAS X DIA	TIEMPO	9 hrs	540 min		
TRABAJO PARALELO					
INSTALACION DE BASE SUPERIOR	TIEMPO		TUBO DE 4"	TIEMPO	
RETIRO DE PROTECTORES	Seg.	30	MEDICION Y CORTE DE TUBO DE 4"	MIN.	5
LIMPIEZA	Seg.	30	TOTAL DE GRUPO DE TRABAJO	GRUPOS	5
INSTALACION DE PLACA INFERIOR BASE INF.	Seg.	60	TOTAL DE TRABAJO POR DIA TOTAL	UND	540
INSTALACION DE PLACA SUPERIOR BASE INF.	Seg.	60	CANTIDAD DE DIAS POR TANQUE	DIAS	7.0833
	Total en Seg.	180			
	Total en Min.	3			
TRABAJO POR GRUPO EN UN DIA (grupo x 2p =Op.+Of.)	UND	180			
TOTAL DE GRUPO DE TRABAJO	GRUPOS	5			
Total de trabajo por día total	UND	900			
CANTIDAD DE DIAS POR TANQUE	DIAS	4.25			
INTALACION DE TUBO DE 4"	Seg.	120			
INSTALACION DE BASE SUPERIOR	Seg.	60			
	Total en Seg.	180			
	Total en Min.	3			
TRABAJO POR GRUPO EN UN DIA (grupo x 2p =Op.+Of.)	UND	180			
TOTAL DE GRUPO DE TRABAJO	GRUPOS	5			
Total de trabajo por día total	UND	900			
CANTIDAD DE DIAS POR TANQUE	DIAS	4.25			

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

5.3.5 Estrategia para instalación de medios.

Para recordar: Normalmente, la colocación final del medio se debe hacer manualmente, a partir de la columna central y trabajando hacia las paredes del tanque. Estirar una línea de un lado del tanque al otro (perpendicular a los soportes para la primer capa) permitirá que el medio sea instalado en filas rectas. Los módulos de medio se colocaran en el filtro percolador proporcionando el ajuste más cercano posible con los módulos adyacentes sin dañar los módulos.

Los módulos dentro de cada capa deben ser instalados de tal manera que las hojas de todos los módulos son paralelas entre sí. Los módulos en capas respectivas se instalarán en ángulos rectos a la capa inmediatamente por debajo y por encima. Con eso dicho, es importante entender que el medio se puede instalar tan rápido como se pueda suministrar a los trabajadores en el interior del filtro. Con fines informativos una cuadrilla integrada por un operador de grúa, un operador de montacargas, uno o dos trabajadores para descargar camiones y plataformas, además de tres hasta cinco trabajadores dentro del tanque deben ser capaces de instalar 600 a 900 módulos por día.

Estrategia de montaje para disminuir tiempo en carguío de medios: Como sabemos por tanque se tienen que colocar un estimado de 32200 módulos. Se diseñó para el montaje jaulas las cuales puedan cargar gran cantidad de módulos por izaje.

A continuación tenemos una parihuela tomando en cuenta que solo carga 8 filtros por cada una:

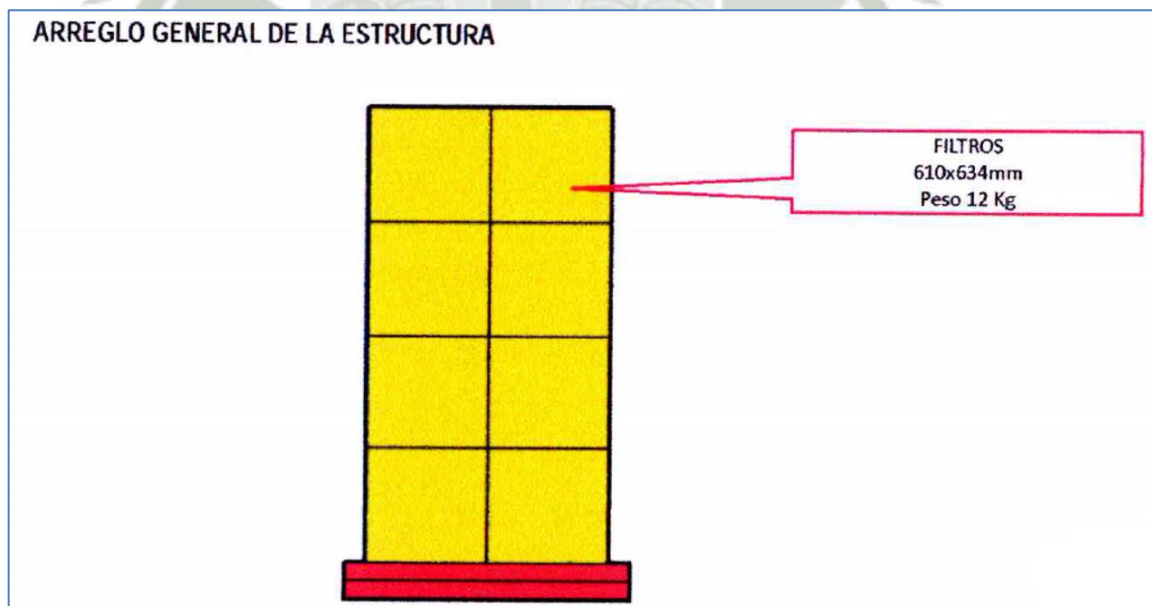
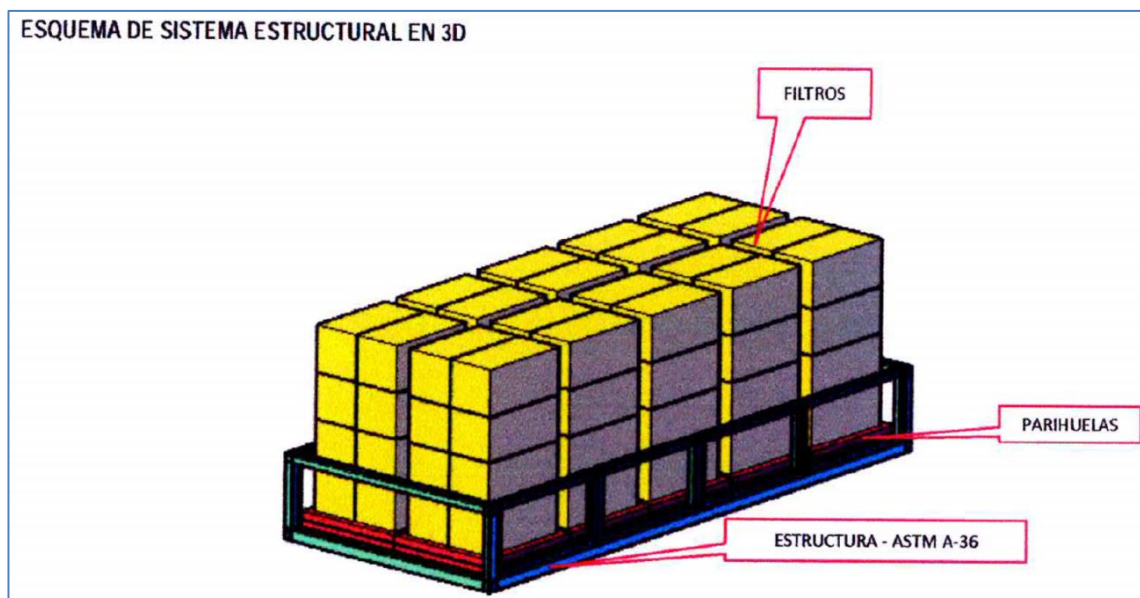


Figura 5-2: Parihuela soporte de filtros

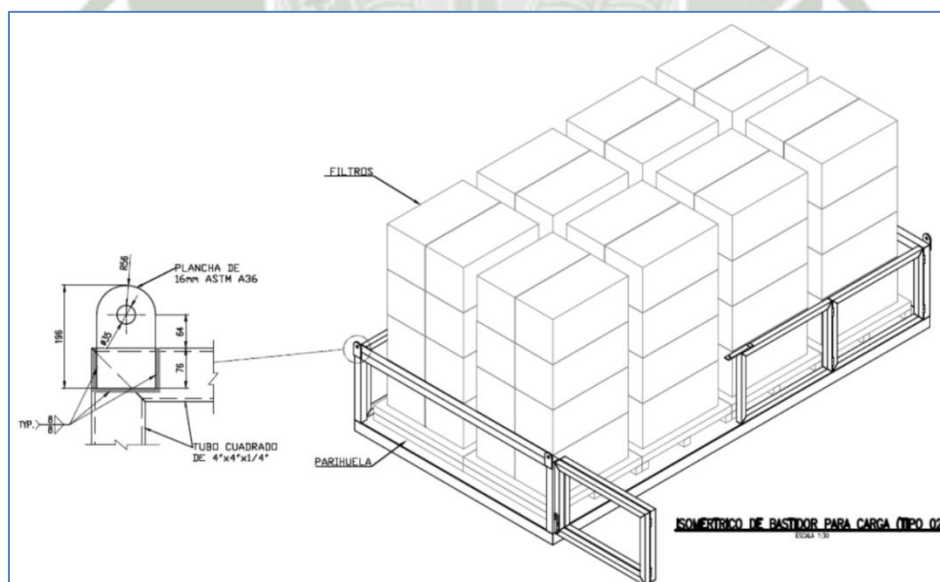
Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

A continuación el diseño propuesto es para dos jaulas una que contenga 80 filtros y otra para contener 64 filtros en el mismo modelo, a continuación mostramos la figura de la jaula que contendrá 80 filtros.



Construcción 5-16: Estrategia de carguío por medio de jaulas de 80 unidades de filtros

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.



Construcción 5-17: Estrategia de carguío por medio de jaulas de 64 unidades de filtros

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

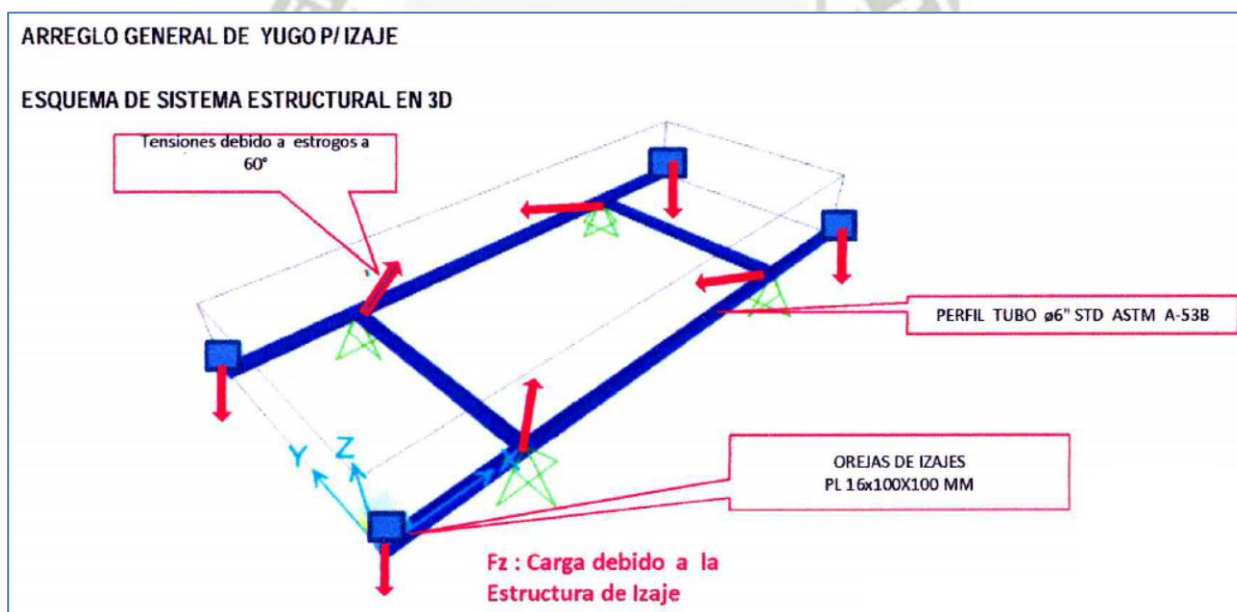
A continuación mostraremos la tabla de cálculo esta para ver cuánto puede soportar en peso vacío y con filtros.

Tabla 5-1: Cálculo de peso jaula carguío de medios jaula de 80 filtros

	P.U.	CANT	PESO
PESO PROPIO	960.00 Kg	1 und	0.960 TN
PLANCHA ESTRIADA	23.55 Kg/m ²	24.03 m ²	0.566 TN
FILTROS EMPAQUETADOS (8 UNID) (PESO 18 KG)	18.00 Kg	80 und	1.440 TN
		TOTAL	2.966 TN

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

Para la estabilidad del izaje se tiene que diseñar un yugo el cual lo pueda sostener.



Construcción 5-18: Estrategia de diseño de yugo para carguío de jaula de filtros

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

Tabla 5-2: Memoria de cálculo para yugo de jaula.

	P.U.	Cantidad	PESO TOTAL
Estructura de izaje- yugo	0.68 TN	1 UND	0.68 TN
Estructura de bastidor de carga para filtro	3 TN	1UND	3.00 TN
		TOTAL	3.68 TN

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

5.3.6 Estrategia de Corte del medio, protección y contención de escombros:

Todos los cortes de módulo en sitio se realizan con una sierra de cadena, una barra de 28" es preferible porque es suficientemente larga para hacer la mayor parte de los cortes con una sola pasada, además, suficientemente manejable para no crear problemas de seguridad adicionales. Los módulos deben ser cuidadosamente medidos y cortados o recortados para estar dentro de 2 pulgadas (o menos, especialmente si así está especificado) de la columna central y la pared perimetral del tanque. La conformación, corte y recorte de los módulos puede hacerse en el filtro percolador a condición de que las precauciones sean tomadas por el Contratista para prevenir que trozos, piezas rotas, o desechos caigan en el medio mediante el uso de un suelo de madera con toldos de lona o materiales de trabajo similares para cubrir el área de corte de medio. Todos los módulos deberán estar exentos de cualquier material que les haya caído antes de añadir una nueva capa de módulos.

Hasta el arranque del sistema, la capa superior de medio también debe estar completamente protegida contra daños y material que pudiera caer debido a cualquier trabajo posterior. Los bordes de los módulos deben ser protegidos de daños debidos al tránsito peatonal de los trabajadores. Para evitar tal daño a los módulos el contratista deberá utilizar madera contrachapada o cualquier otro tipo de emparrillado temporal adecuado.

Para realizar este trabajo al momento del montaje se diseñó una caja de corte, cerradas con ventilación adecuada y pasarelas de madera.

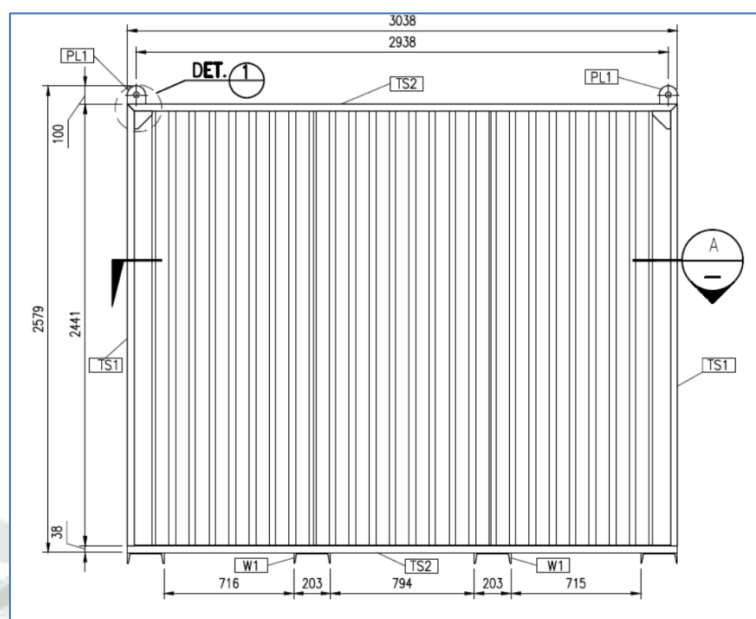


Figura 5-3: Dimensiones de pared de caja de corte

Fuente: Area mecánica empresa Skanska.

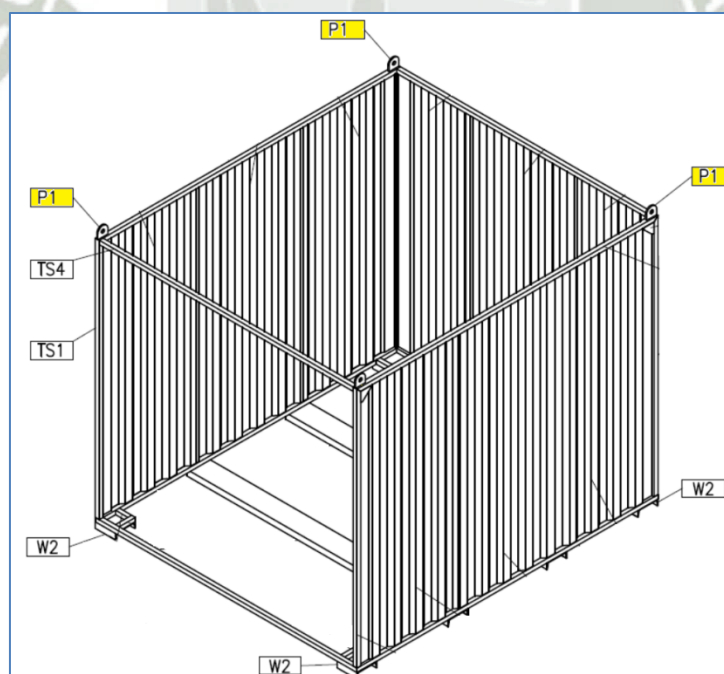
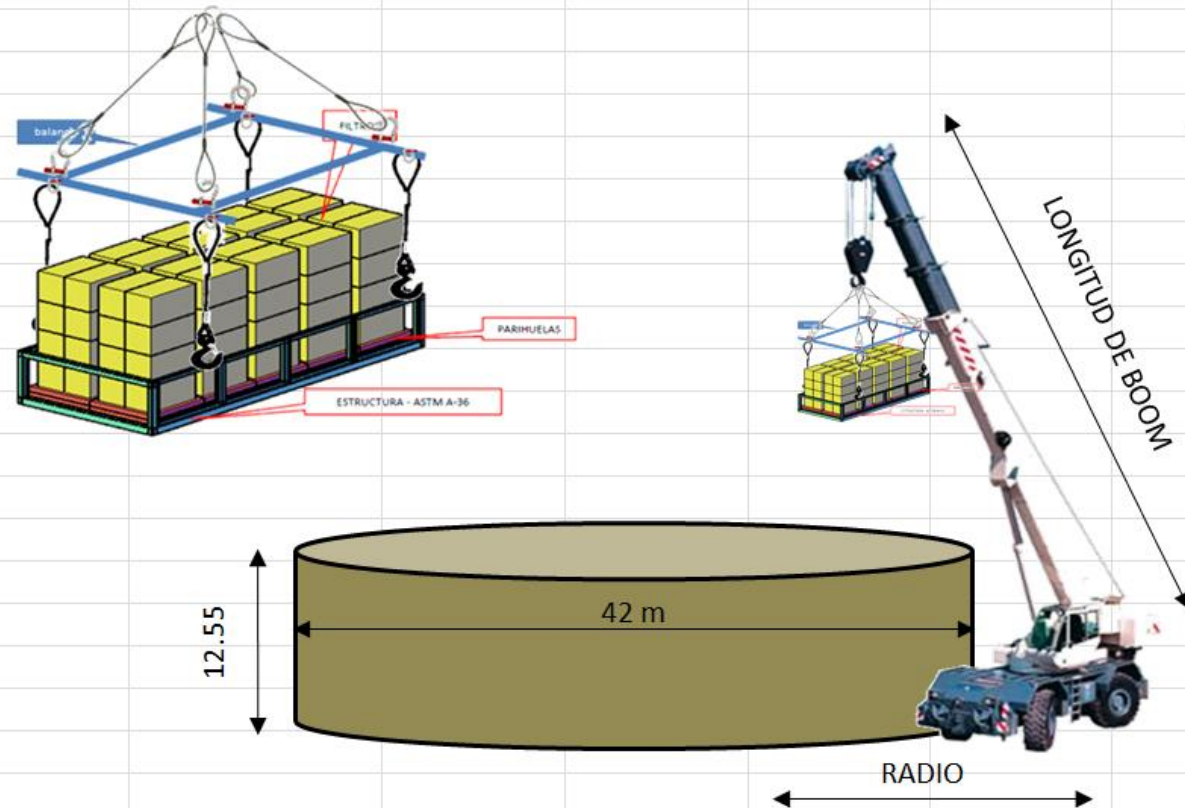


Figura 5-4: Caseta de corte de filtros.

Fuente: Area mecánica empresa Skanska.

DISEÑO DE MANIOBRA DE IZAJE DE MÓDULOS EN TRICKLING FILTERS

1. DIAGRAMA DE LA MANIOBRA



Construcción 5-19: Estrategia de maniobra de izaje de módulos en tanque percolador

Fuente y Elaboración: Propia

Construcción 5-20: RIGGING PLAN de montaje de filtros.

LONGITUD DE BOOM = 30 A 32 MTS				
RADIO = 18 A 20 MTS				
ALTURA DE LA MANIOBRA = 22 A 26 MTS				
CARGA A IZAR (*plataforma grande)				
it.	descripción	peso unit	cant	total parcial
1	filtro (8 x pallet)	18	80	1440
2	pallets de madera	25	10	250
3	plataforma	1526	1	1526
total parcial carga (Kg)				3216
RIGGING				
it.	descripción	peso unit	cant	peso parcial
4	yugo de izaje	350	1	350
5	estrobo c/gancho 1/2" X 3m	2.5	8	20
6	estrobo 3/4" x 6m	9.1	4	36.4
7	grilletes 1/2"	0.33	8	2.64
8	grilletes 3/4"	1.07	4	4.28
total parcial rigging (Kg)				413.32
DEDUCCIONES (*valores máximos)				
it.	descripción	peso unit	cant	peso parcial
4	gancho tipo ancla (100T)	1240	1	1240
5	cables de polea	203	6	1218
total parcial deducciones (Kg)				2458
CARGA TOTAL A LA GRÚA (Kg)				6087.32

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

Construcción 5-21: Estudio de tiempos planeamiento esperado de montaje de medias (filtros).

1ER VIAJE	TIEMPO	2DO AL 7MO IZAJE	TIEMPO
CARGIO DE MEDIAS	27	CARGIO DE MEDIAS	0
TRASLADO DE MEDIAS	25	TRASLADO DE MEDIAS	0
CUADRADO PLAT 1	10	CUADRADO PLAT 1	10
INSTAL DE YUGO JAULA 1	5	INSTAL DE YUGO JAULA 1	5
IZAJE DE JAULA 1 A TF 1	7	IZAJE DE JAULA 1 A TF 1	7
DESCARGA DE JAULA 1	10	DESCARGA DE JAULA 1	10
IZAJE DE JAULA 1 A PLATAFORMA 1	6	IZAJE DE JAULA 1 A PLATAFORMA 1	6
INSTALAR YUGO A JAULA 2	5	INSTALAR YUGO A JAULA 2	5
IZAJE DE JAULA 2 A TF1	6	IZAJE DE JAULA 2 A TF1	6
DESCARGA DE JAULA 2	8	DESCARGA DE JAULA 2	8
IZAJE DE JAULA 2 A PLATAFORMA 1	6	IZAJE DE JAULA 2 A PLATAFORMA 1	6
RETIRO DE PLATAFORMA 1	5	RETIRO DE PLATAFORMA 1	5
	120		68
DIAS		NOCHES	
CARGUIO	MIN	CARGUIO	MIN
1	120	1	120
2	68	2	68
3	68	3	68
4	68	TOTAL DE MINUTOS	
5	68		
6	68		
7	68		
TOTAL DE MINUTOS	528		
MINUTOS	HORAS	MINUTOS	HORAS
480	8	240	4
510	8.5		

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

Construcción 5-22: Estudio de tiempos planeamiento esperado equipos necesario de instalación de soportes

EQUIPOS	
4 JAULAS	
2 CAMIONES	
1 GRUA	
CAPACIDAD DE CAMION	144
JAULA 1	80
JAULA 2	64
UNIDADES TOTAL CAMION	144

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

5.4 EQUIPO NECESARIO PARA REALIZAR EL MONTAJE MECANICO

Más de una herramienta se puede utilizar para lograr el mismo resultado. En la siguiente lista se proporciona una muestra de las herramientas que pueden ser necesarios para la instalación, se menciona también el uso que tiene durante la instalación. Estas herramientas pueden ser sustituidas, siempre y cuando el resultado final sea el mismo sin sacrificar la calidad.

- **MONTACARGAS / CARGADOR FRONTAL CON HORQUILLAS** - se utiliza para descargar camiones y mover los componentes al tanque.
- **GRÚA** - utilizada para izar los componentes en el tanque / torre.
- **ESCALERA** - utilizada para la salida hacia y desde el tanque / torre.
- **ESCOBA Y PALA** - utilizadas para limpiar escombros antes de colocar los pilares.
- **CINTA PARA MEDIR DE 100'** - utilizada para medir la disposición de pilares.
- **TIZA** - utilizada para marcar líneas para colocación de los pilares.
- **NIVEL TORPEDO** - utilizado para nivelar la base ajustable.

- **SIERRA DE 14" CON NAVAJA DE CARBURO** - utilizado para cortar los puntales de
- **PVC** en longitudes determinadas.
- **PRIMARIO PARA PVC / LIMPIADOR Y CEMENTO PESADO** – requeridos para limpiar y pegar el puntal de PVC a la base ajustable y la tapa al puntal de PVC.
- **NIVEL LASER** - utilizado para medir las elevaciones y determinar la altura para cortar cada puntal.
- **NIVEL DE 4'** - se utiliza para comprobar la alineación de la tapa de pilar a pilar y para comprobar la altura del pilar de pilar a pilar.
- **LÍNEA DE CADENA SECA** - utilizada como una guía para mantener la alineación de las tapas del primer pilar hasta el último pilar en una fila.
- **SIERRA CIRCULAR**- utilizada para cortar la rejilla FRP para encajar en el tanque.
- **KIT DE RESINA PARA FRP** - utilizado para sellar extremos de la rejilla de apoyo que requieren corte en el campo.
- **VARIAS BROCHAS DESECHABLES DE 1"** - se utilizan para aplicar la resina FRP a las rejillas de soporte cuyos extremos fueron cortados en el campo.

5.5 SEGURIDAD EN EL MONTAJE DE LOS FILTROS PERCOLADORES EN INDUSTRIA DE RIESGOS

Las prácticas de seguridad en la industria de tratamiento de aguas residuales tienen muchos aspectos incluyendo la seguridad física (peligros por aspas giratorias del distribuidor y caídas de las torres de filtros percoladores) y riesgos para la salud por ingestión y/o

aspiración de las bacterias que contiene el polvo y las nieblas que se encuentran comúnmente en torno a los sistemas de tratamiento de aguas residuales.

Es importante mantener el programas de seguridad y seguir los procedimientos de seguridad, para evitar lesiones físicas y/ o deterioro de la salud.

Al realizar el montaje verificar los procedimientos y arneses de seguridad. Asegúrese de que las bombas de influente, bombas de reciclado y/o unidades motorizadas como el distribuidor estén bloqueados antes de acceder a la parte superior de la torre del filtro percolador.

Asegurarse de que haya una sola llave para la cerradura de bloqueo que está inmediatamente disponible para el personal operativo en la planta y que esa llave este en posesión de la persona que está trabajando en la zona de riesgo. Las lesiones físicas al ser arrastrado por la superficie del medio filtrante por un brazo del distribuidor en funcionamiento pueden ser graves.

FILTROS CON DOMO: los procedimientos de entrada en espacios cerrados incluyendo el uso de máscaras de filtro de partículas al entrar en los recintos con domo que han estado en operación reciente (aerosoles cargados de bacterias estarán presentes) o que se han secado y están siendo reformados y alterados para crear polvo.

Al igual que con todos los sistemas de tratamiento de aguas residuales, las bacterias normalmente presentes en las aguas residuales y/ o aguas residuales tratadas son potencialmente dañinos. Las bacterias en aerosoles pueden causar infecciones respiratorias, reacciones alérgicas en algunas personas y puede llevar a problemas de salud significativos, tales como la neumonía o la sinusitis crónica y las infecciones de la garganta. También hay presentes patógenos oportunistas.

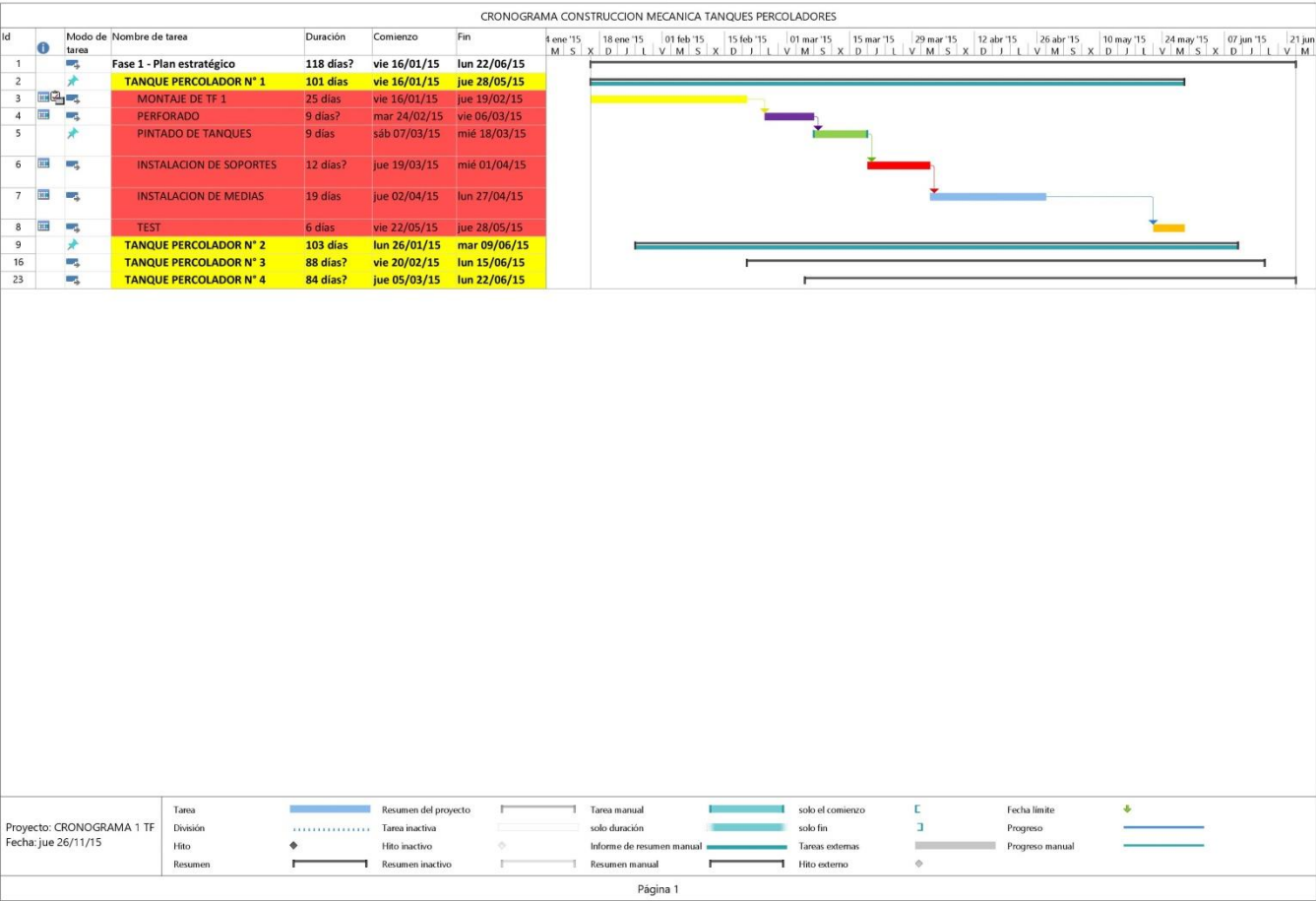
Esto puede causar infecciones graves, potencialmente mortales. Todo el personal en las instalaciones debe recibir las vacunas para los principales agentes patógenos conocidos, incluyendo la hepatitis, tifus (tipos I y II), el tétanos, la poliomielitis y otras vacunas que determine el Departamento local de Salud o médico del lugar.

El Personal operativo y todos los visitantes a la planta de tratamiento se les debe recordar constantemente lavarse siempre las manos antes de comer o salir de la planta de tratamiento de aguas y al mismo tiempo dentro de la planta, para evitar el contacto de las manos con áreas faciales. Siempre existirá en estas instalaciones la contaminación biológica por contacto en los pasamanos de las escaleras, en las válvulas de control y así sucesivamente.

5.6 EJECUCIÓN DE CONSTRUCCIÓN.

Plano de ubicación de tanques percoladores, Como vemos son 4 tanques percoladores, estos tanques son iguales atípicos de la misma longitud y de las mismas característica.

5.7 CONSTRUCCION MECANICA TANQUE N° 1



Construcción 5-23: Cronograma de planeamiento general Tanque percolador N° 1.

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

5.7.1 Montaje de Tanque percolador 1

Siguiendo en nuestro cronograma debemos empezar la construcción el día 16/01/2015
al 19/02/2015

Construcción 5-24: Planeamiento esperado VS resultado real montaje de tanque N°1

TF 1		PLANEADO			REAL		
		PLACAS	# ANILLO	% AVANCE PLANEADO	PLACAS	# ANILLO	% AVANCE REAL
VIERNES	16/01/2015	0		0	0		0
SABADO	17/01/2015	25		5.6	0		0
DOMINGO	18/01/2015			5.6	0		0
LUNES	19/01/2015	25	1	11.1	5		1.1
MARTES	20/01/2015	25		16.7	10		3.3
MIERCOLE	21/01/2015	25	2	22.2	20		7.8
JUEVES	22/01/2015	25		27.8	15	1	11.1
VIERNES	23/01/2015	25	3	33.3	20		15.6
SABADO	24/01/2015	25		38.9	20		20
DOMINGO	25/01/2015			38.9			20
LUNES	26/01/2015	25	4	44.4	10	2	22.2
MARTES	27/01/2015	25		50	25		27.8
MIERCOLE	28/01/2015	25	5	55.6	25	3	33.3
JUEVES	29/01/2015	25		61.1	5		34.4
VIERNES	30/01/2015	25	6	66.7	10		36.7
SABADO	31/01/2015	25		72.2	20		41.1
DOMINGO	01/02/2015			72.2			41.1
LUNES	02/02/2015	25	7	77.8	15	4	44.4
MARTES	03/02/2015	25		83.3	10		46.7
MIERCOLE	04/02/2015	25	8	88.9	5		47.8
JUEVES	05/02/2015	25		94.4	15		51.1
VIERNES	06/02/2015	25	9		10		53.3
SABADO	07/02/2015				10	5	55.6
DOMINGO	08/02/2015						55.6
LUNES	09/02/2015				25		61.1
MARTES	10/02/2015				25	6	66.7
MIERCOLE	11/02/2015				15		70
JUEVES	12/02/2015				20		74.4
VIERNES	13/02/2015				15	7	77.8
SABADO	14/02/2015				25		83.3
DOMINGO	15/02/2015						83.3
LUNES	16/02/2015				25	8	88.9
MARTES	17/02/2015				10		91.1
MIERCOLE	18/02/2015				15		94.4
JUEVES	19/02/2015				10		96.7
VIERNES	20/02/2015				15	9	100
SABADO	21/02/2015				Ventanas		
DOMINGO	22/02/2015						
MIERCOLE	19/03/2015						
JUEVES	12/03/2015				Borde interior del tanque pegado		
		450		TOTAL	450	FALTA	0

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska

Como vemos en la siguiente figura así es el contorno del tanque por donde se tiene que realizar el trabajo

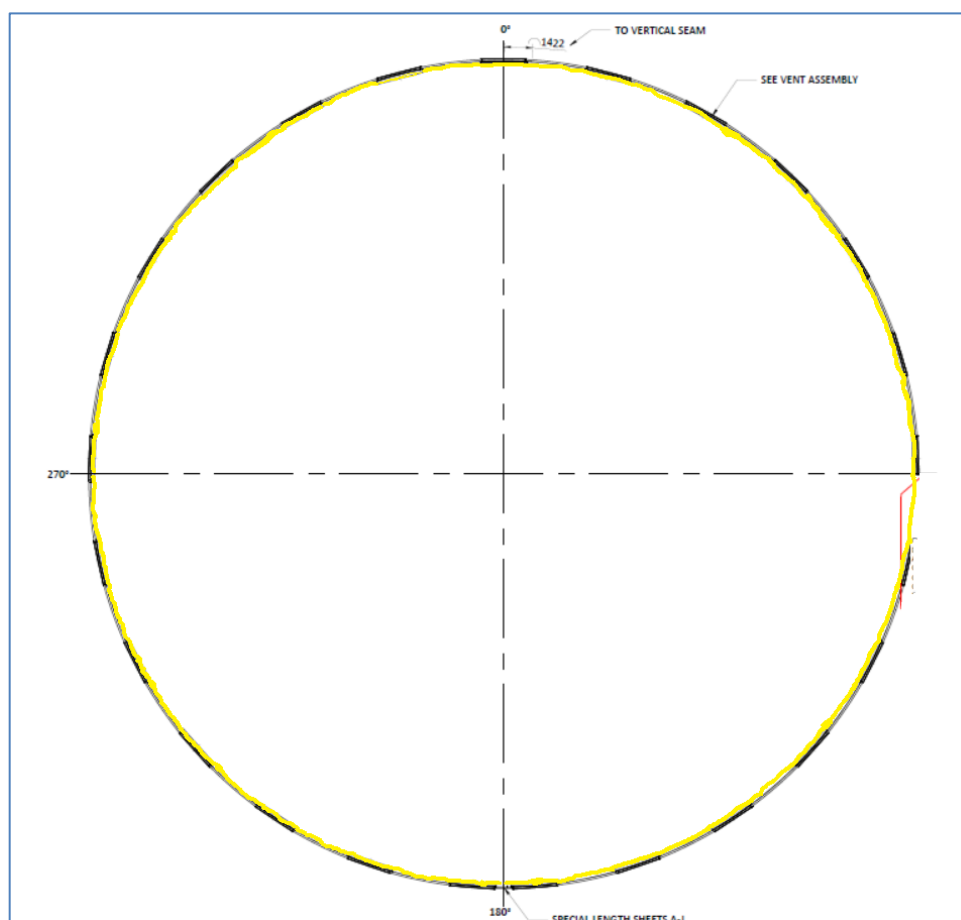
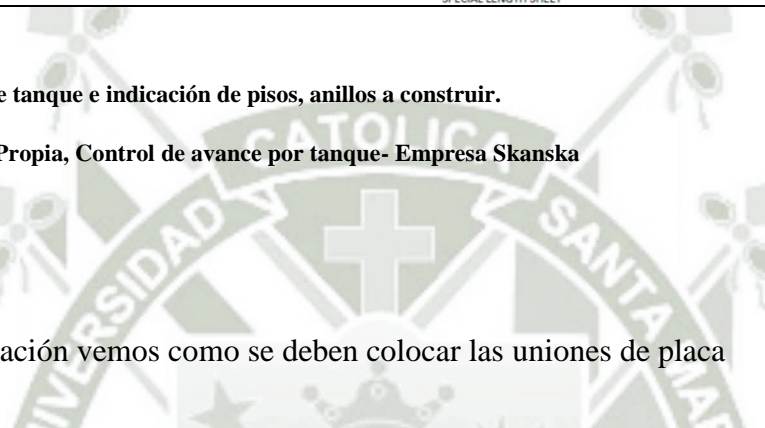


Figura 5-6: Diseño de contorno de tanque para construcción de tanque permastor.

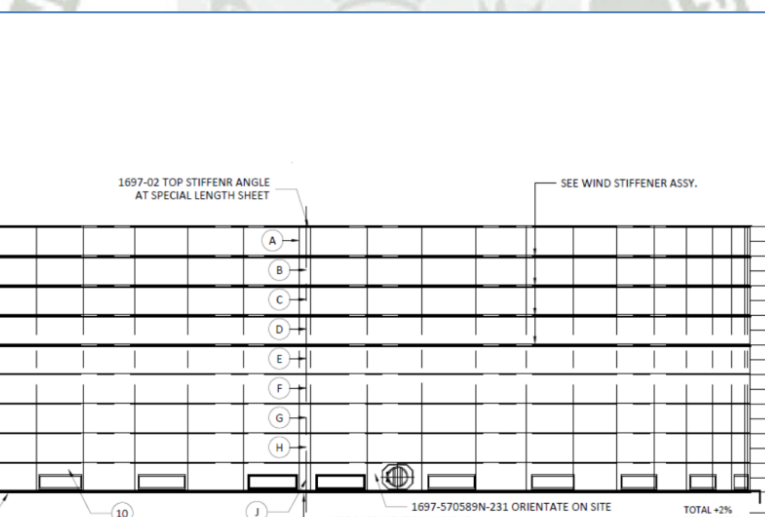
Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska

Empezamos de esta manera como detallamos en la figura EL PISO 1, el sistema de levantamiento es por medio de Gatas, levantando los pisos cuando se completa 1 entero y así sucesivamente.



Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska

ación vemos como se deben colocar las uniones de placa



e construcción de tanque permastor, indicando unión de placas

a empresa Skanska.

Las uniones verticales y disposiciones de montajes de las esquinas para cada intercambio de juntas de lámina, la figura muestra a continuación la relación de la lámina, mostrando un típico ejemplo de construcción.

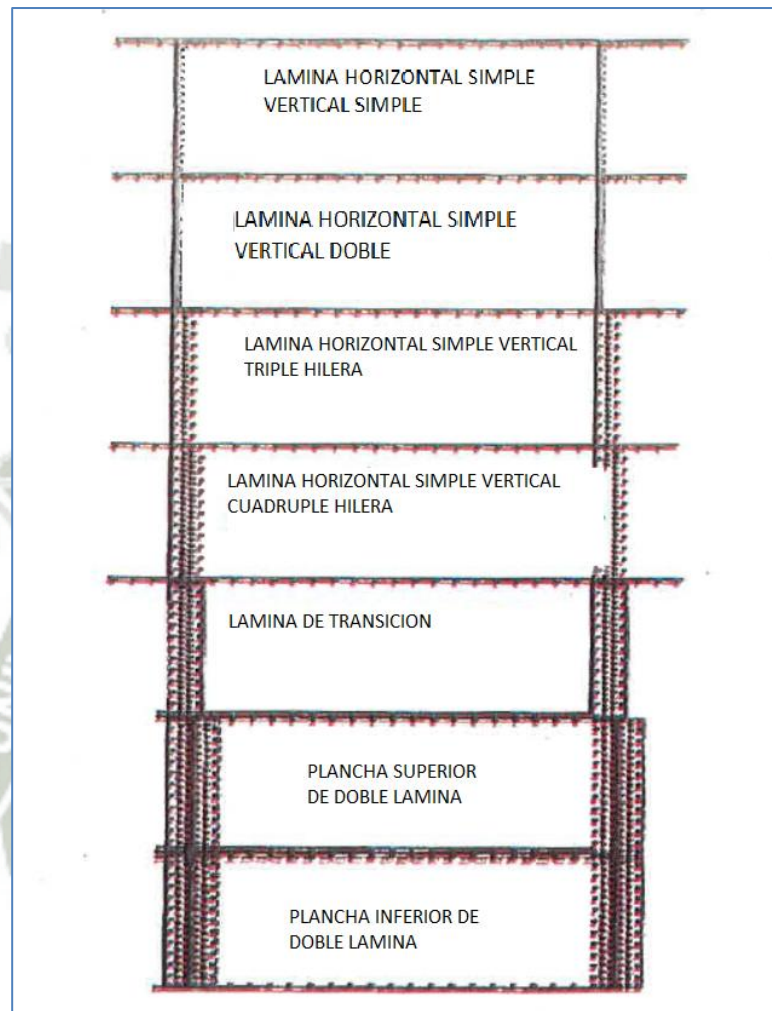


Figura 5-9: Modelo de unión de placas en construcción de tanque permastor.

Fuente: Área mecánica empresa Skanska.

En cada unión de planchas como vemos se ponen tapones que tapan los pernos para no tener filtraciones, en el tanque el cabezal del perno el color del tapón se determina de acuerdo al largo del perno. El torque del perno también es importante

El torque.

“La fuerza aplicada multiplicada por la distancia perpendicular, entre la línea de acción de fuerza, y el centro de rotación en el que se aplica. La fórmula básica de torque es: L (distancia) \times F (Fuerza) = T (Torque).” (METAL CALCULO)

Con el uso de los torquimetro se busca la fuerza de ajuste precisa y deseada, según el procedimiento o las especificaciones establecidas por el diseñador.

Puesta de ventanas, como recordamos la puesta de ventanas se refiere a las rejillas que van fuera de esta y al pegado y sellado con sikaflex.

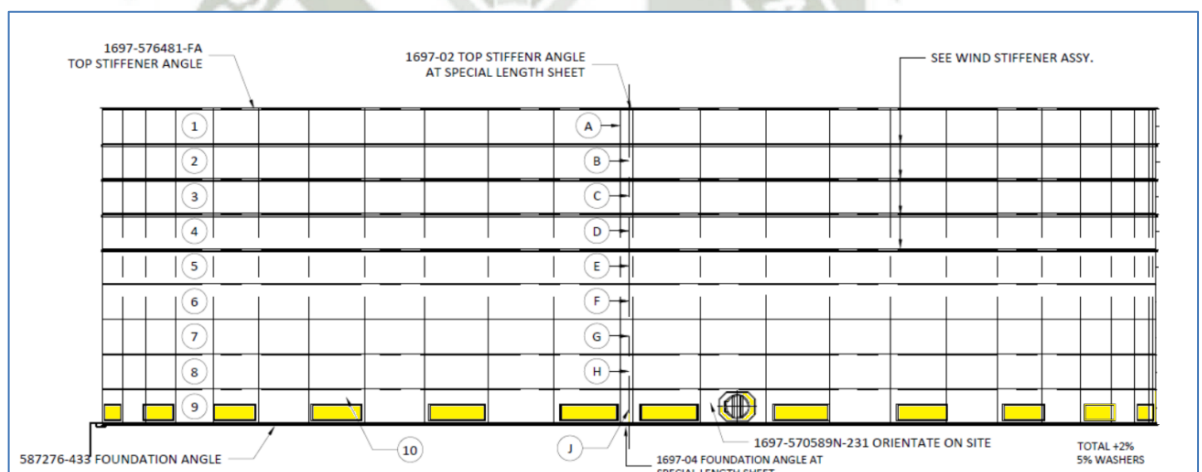


Figura 5-10: Modelo de vista vertical de puesta de ventanas en tanque permastor.

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska

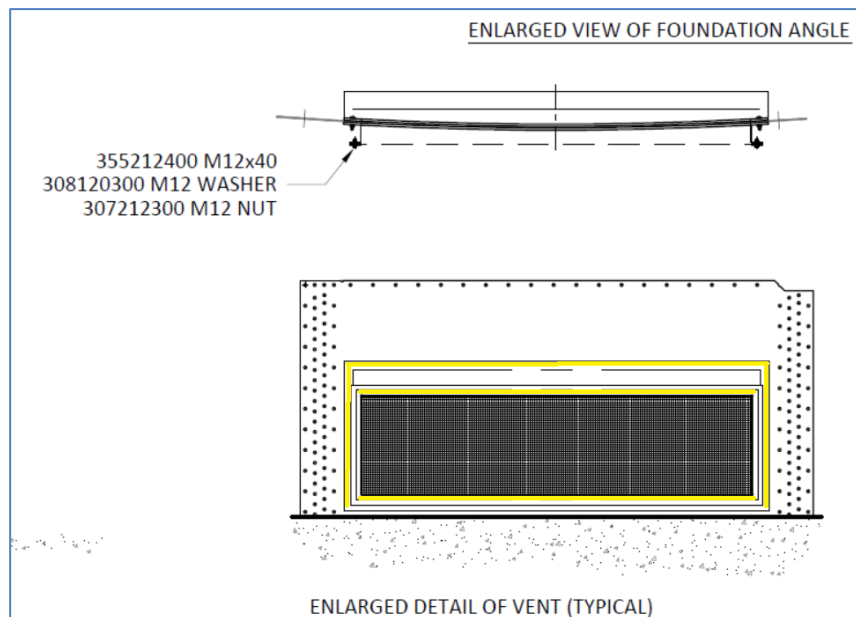


Figura 5-11: Ventana de respiración de tanque permastor

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska

Para concluir con la construcción del tanque se tiene que sellar la parte inferior con sikaflex, con la unión del concreto.

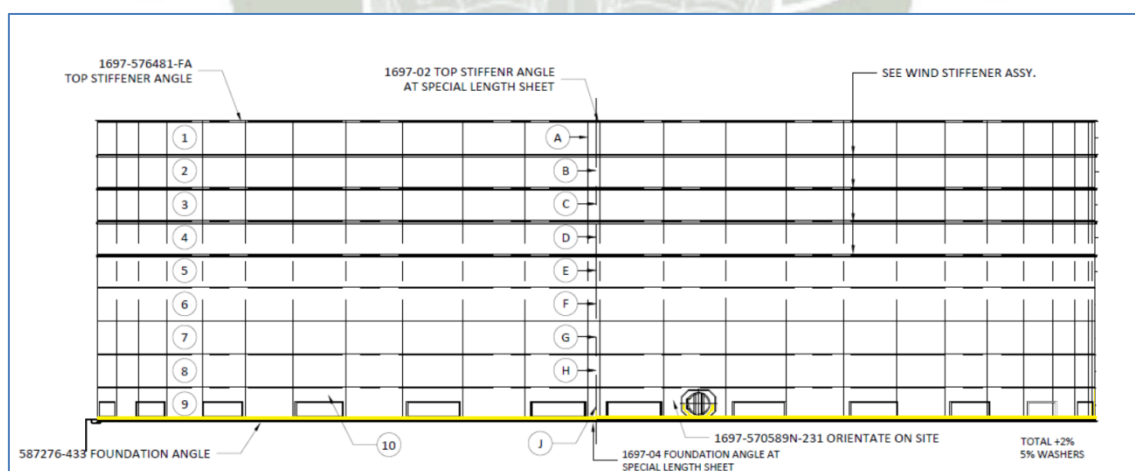


Figura 5-12: Modelo se sellado de borde inferior de unión de concreto con tanque permastor.

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska



Figura 5-13: Modelo de aplicación de sikaflex de tanque N° 1.

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

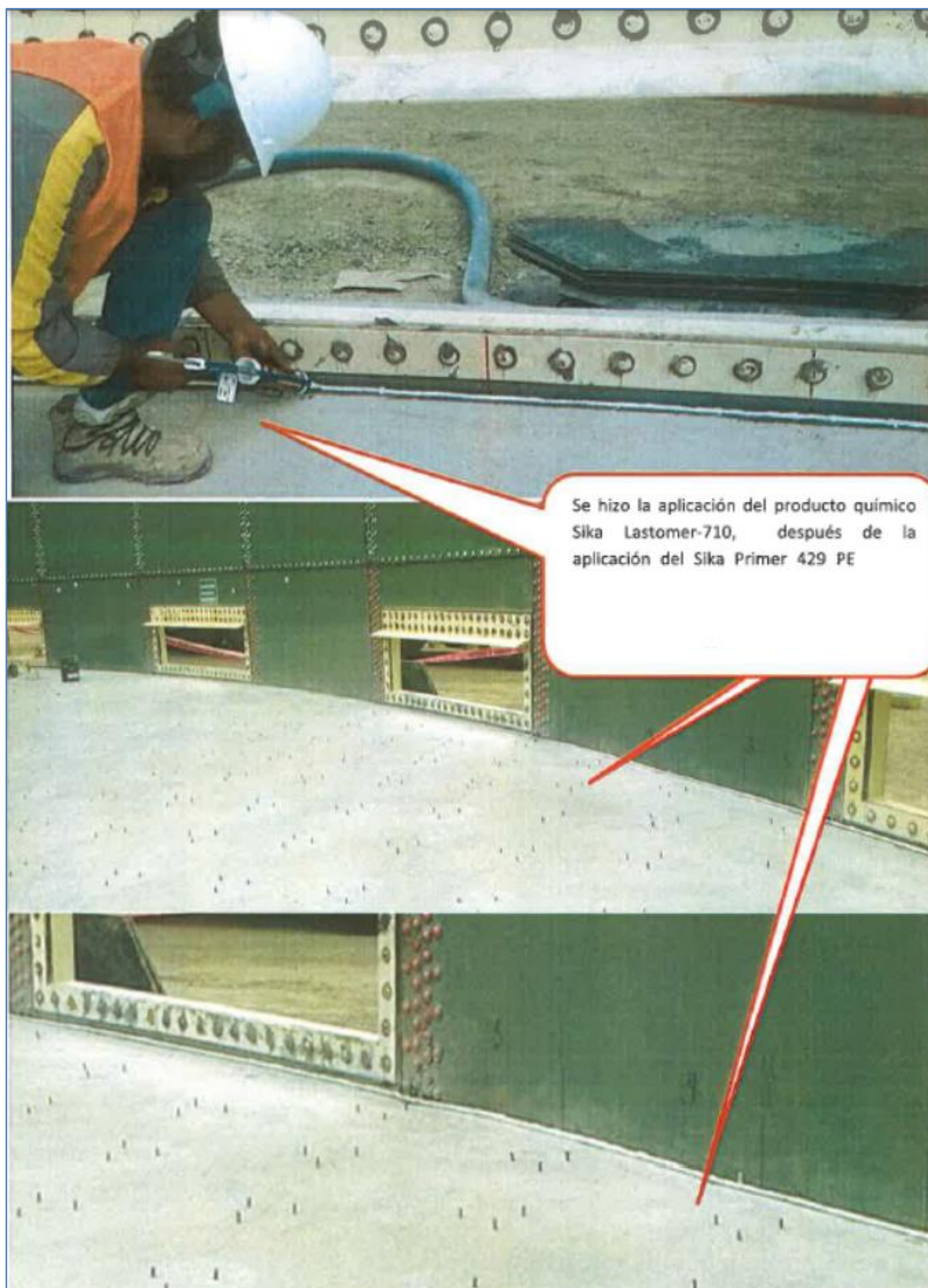


Figura 5-14: Aplicación de SIKA, en contorno de tanque, y vista de perforaciones tanque N° 1.

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

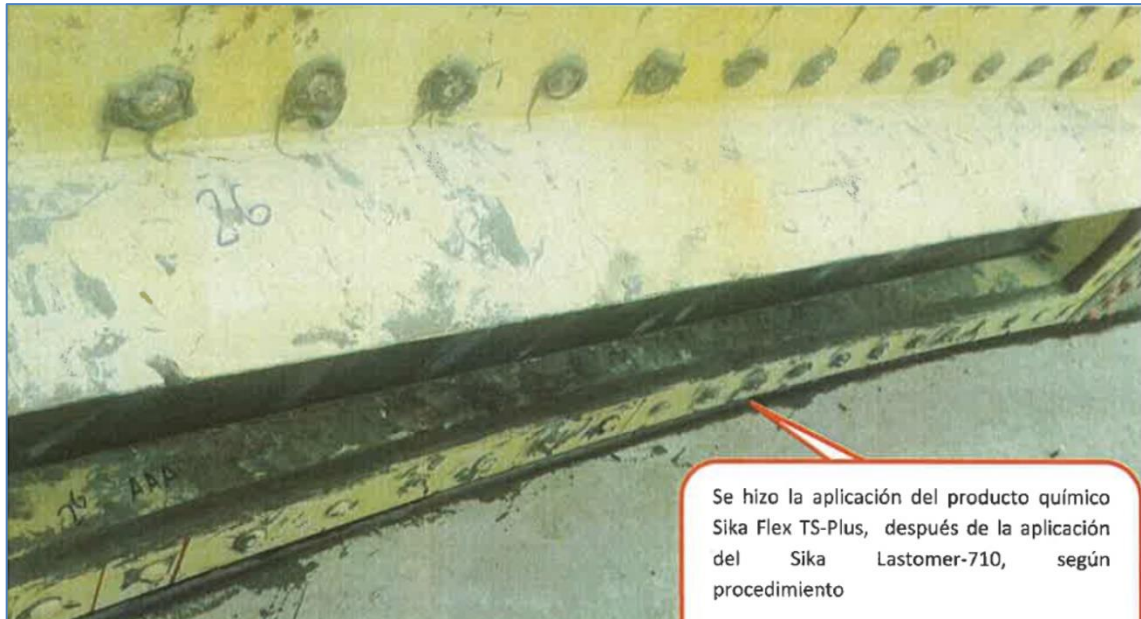


Figura 5-15: Vista de borde con producto químico tanque N° 1.

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

- Como nos hemos dado cuenta en nuestro cronograma que tenemos un atraso.
- El montaje del tanque permastor se ha ido haciendo a la par se ido trabajando las perforaciones de tal modo no incluye en atraso en el trabajo en el tanque N° 1

5.7.2 Recubrimiento de tanque N° 1

En el cronograma de cumplimiento de metas debemos de empezar el día 07/03/2015 al 18/03/2015 como muestra en la “**Cronograma de planeamiento general Tanque percolador N°1**”

Construcción 5-25: Resultado real aplicación de recubrimiento tanque N°1.

CONTROL DE RECUBRIMIENTO TF 1				
PRODUCCION REAL DE M2 TERMINADO POR DIA				
DIA		REAL M2	ACUMULADO	% AVANCE
JUEVES	12/03/2015	0		
VIERNES	13/03/2015	91	91	5.8
SABADO	14/03/2015	95	186	11.85
DOMINGO	15/03/2015	0	186	11.85
LUNES	16/03/2015	284	470	29.94
MARTES	17/03/2015	0	470	29.94
MIERCOLES	18/03/2015	0	470	29.94
JUEVES	19/03/2015	0	470	29.94
VIERNES	20/03/2015	0	470	29.94
SABADO	21/03/2015		470	29.94
DOMINGO	22/03/2015	0	470	29.94
LUNES	23/03/2015	0	470	29.94
MARTES	24/03/2015	0	470	29.94
MIERCOLES	25/03/2015	320	790	50.32
JUEVES	26/03/2015		790	50.32
VIERNES	27/03/2015	96	886	56.43
SABADO	28/03/2015	200	1086	69.17
DOMINGO	29/03/2015	40	1126	71.72
LUNES	30/03/2015		1126	71.72
MARTES	31/03/2015		1126	71.72
MIERCOLES	01/04/2015	355	1481	94.33
JUEVES	02/04/2015		1481	94.33
VIERNES	03/04/2015		1481	94.33
SABADO	04/04/2015		1481	94.33
DOMINGO	05/04/2015	89	1570	100
total		1570		0
MIERCOLES		1570		

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

Construcción 5-26: Resultado real control de avance por día de aplicación de recubrimiento tanque N°1.

TRABAJO DIALER POR CAPA DE PINTURA						
L	M	M	J	V	S	D
09/03/2015	10/03/2015	11/03/2015	12/03/2015	13/03/2015	14/03/2015	15/03/2015
			A1 510	A1 1340	A2 1340	A4 510
				A1 760	A2 760	A3 1340
				A2 510	A3 510	
						REPARAR MALOGRO TRABAJO
				A1 TERMINO	A2 TERMINO	
L	M	M	J	V	S	D
16/03/2015	17/03/2015	18/03/2015	19/03/2015	20/03/2015	21/03/2015	22/03/2015
A3 1340/760	NADA	A5 510	A5 1340	A5 REPARAR	NO SE TRABA	A51 1340
A4 1340/760		A3 REPAR				A52 1340
		A4 REPARA				A5 760
	REP. POROS		LUVIA MALOGRO TRABAJO			LLUVIA MALOGRO TRABAJO
A3/A4 TERMINO						
L	M	M	J	V	S	D
23/03/2015	24/03/2015	25/03/2015	26/03/2015	27/03/2015	28/03/2015	29/03/2015
A52 1340	C 510	A52 760	C 760	A7 510/1340	A8 510	A8 1340
		C 1340		C 1340/760	A7 760	A8 760
		A51 760				
			OBSERVACION SMI PARO EL TRABAJO SKANSKA ORDENO CONTINUAR		ENTRARON A COLOCAR PLATOS INFERIORES	
		A5 TERMINO		C TERMINO	A7 TERMINO	A8 TERMINO
L	M	M	J	V	S	D
30/03/2015	31/03/2015	01/04/2015	02/04/2015	03/04/2015	04/04/2015	05/04/2015
LIMPIESA	A9 510	A9 760	MANTENIM	MANTENI	A10 510	A10 760
EXCESO	A9 1340				A10 1340	
TARUGOS						
TARUGOS SUELTOS LIMPIEZA						TERMINO TF#01
		A9 TERMINO				A10 TERMINO

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

Construcción 5-27: Áreas trabajadas finales en aplicación de recubrimiento tanque N°1.

AREA / M2
TANQUE 1
A1= 91M2
A2= 95M2
A3= 102M2
A4= 182 M2
A5= 320M2
C= 96M2
A7= 200M2
A8= 40M2
A9= 355M2
A10= 88M2
CAPA 1= 510
CAPA2= 1340
CAPA 3= 760
METROS TOTALES 1570M2

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.



Figura 5-16: Vista de medición de condiciones ambientales antes de aplicación de recubrimiento.

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

Para la aplicación de recubrimiento en los tanques se realiza la medición de condiciones ambientales que el producto requiere

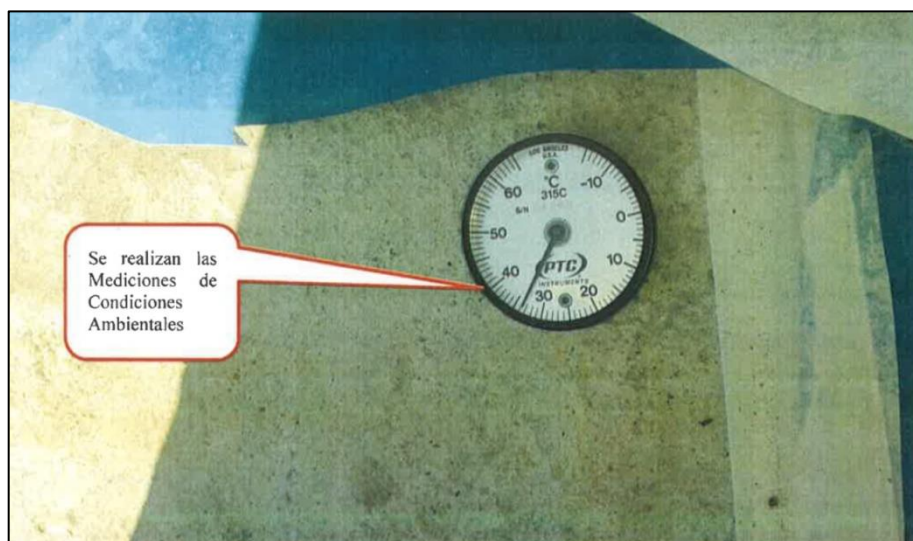


Figura 5-17: Vista de medición de condiciones ambientales de suelo para aplicación de recubrimiento tanque N°1

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

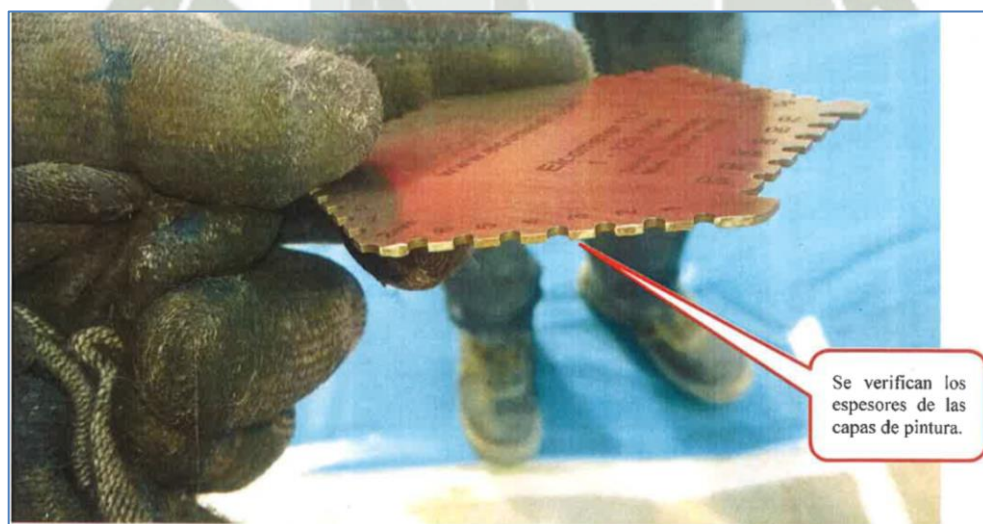


Figura 5-18: Vista de medición de espesores de aplicación de recubrimiento tanque N°1

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.



Figura 5-19: Vista de aplicación de recubrimiento tanque N° 1.

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

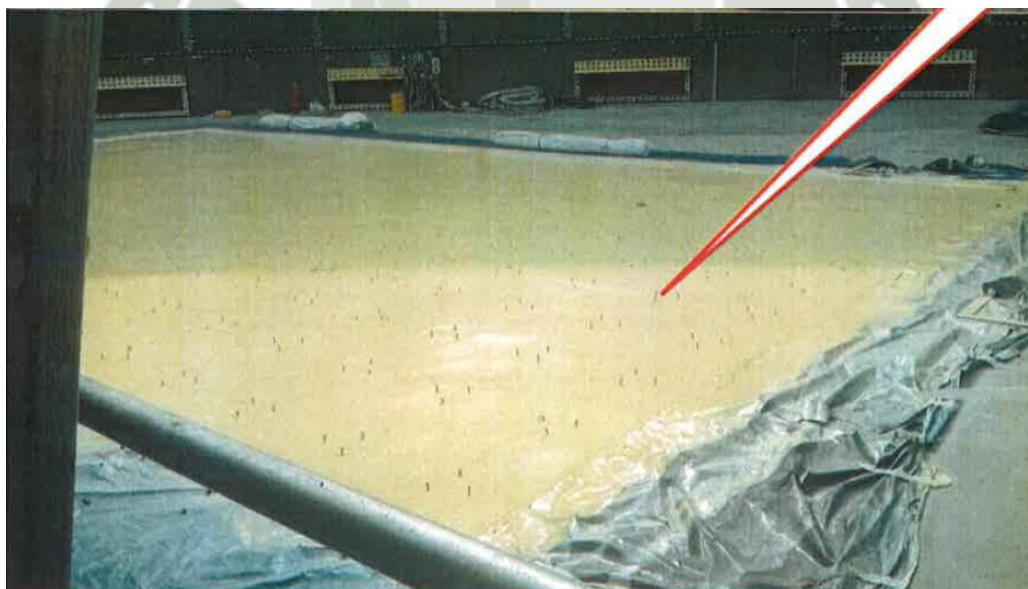


Figura 5-20: Vista de aplicación de recubrimiento 2 tanque N° 1.

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

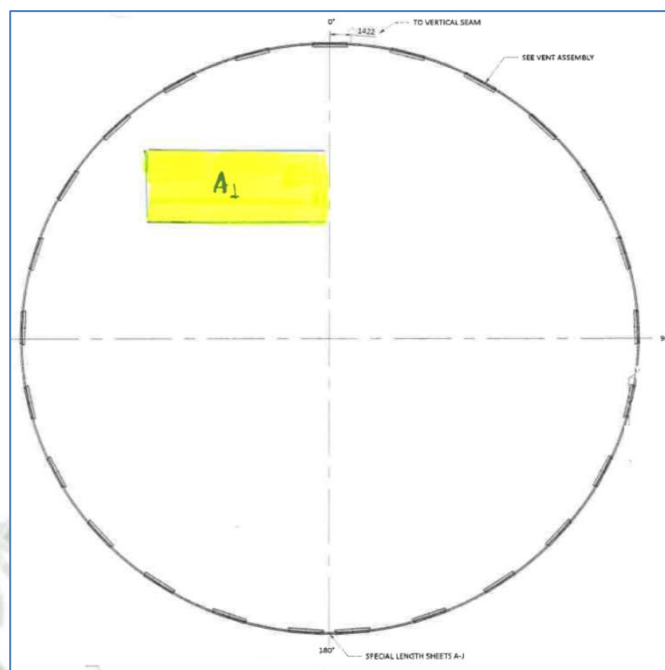


Figura 5-21: Área 1 trabajo real realizado de aplicación de recubrimiento tanque N° 1

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

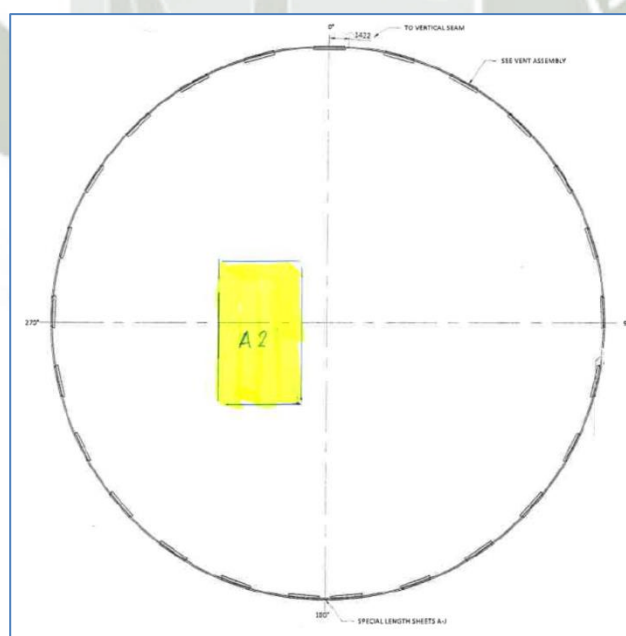


Figura 5-22: Área 2 trabajo real realizado de aplicación de recubrimiento tanque N° 1

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

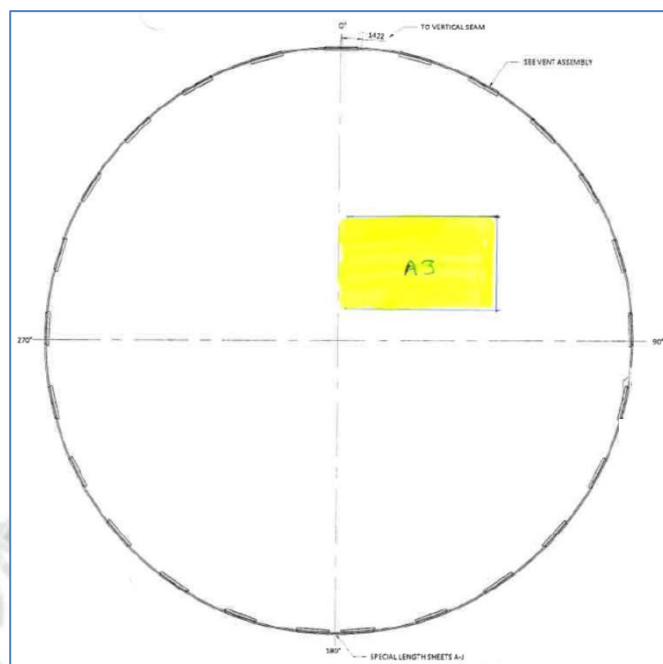


Figura 5-23: Área 3 trabajo real realizado de aplicación de recubrimiento tanque N° 1

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

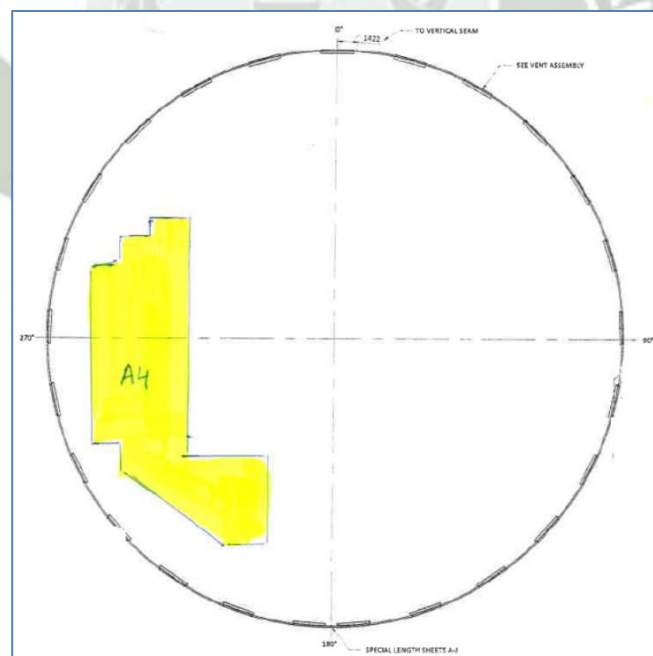


Figura 5-24: Área 4 trabajo real realizado de aplicación de recubrimiento tanque N° 1

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

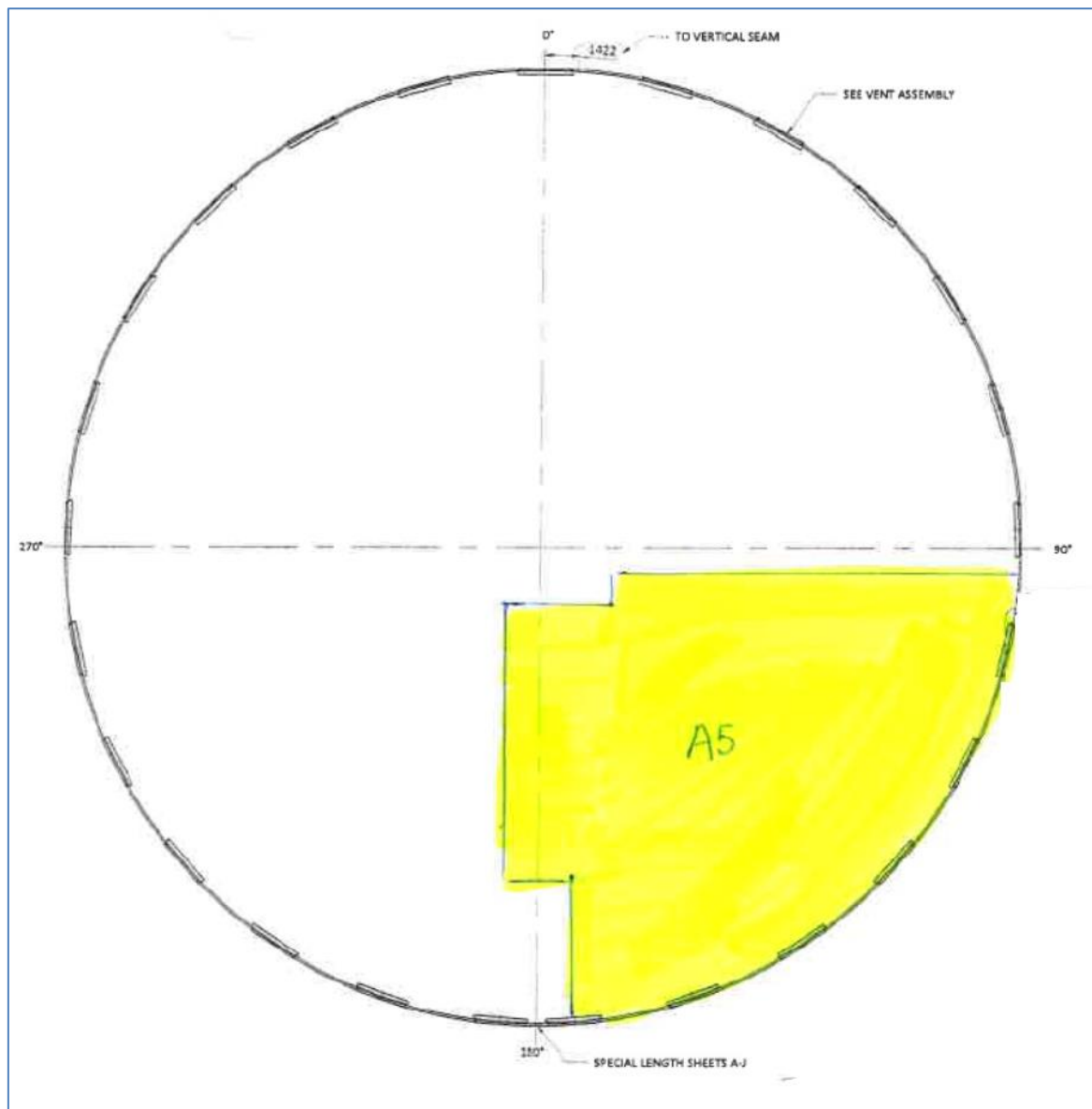


Figura 5-25: Área 5 trabajo real realizado de aplicación de recubrimiento tanque N° 1

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

En la siguiente imagen vemos de nuevo el área 5 el problema es que los trabajadores abarcaron mucho espacio en el recubrimiento, y no pudieron terminarlo y malograrón la capa. Y tuvieron que raspar la pintura malograda para poder aplicar de nuevo un nuevo material.

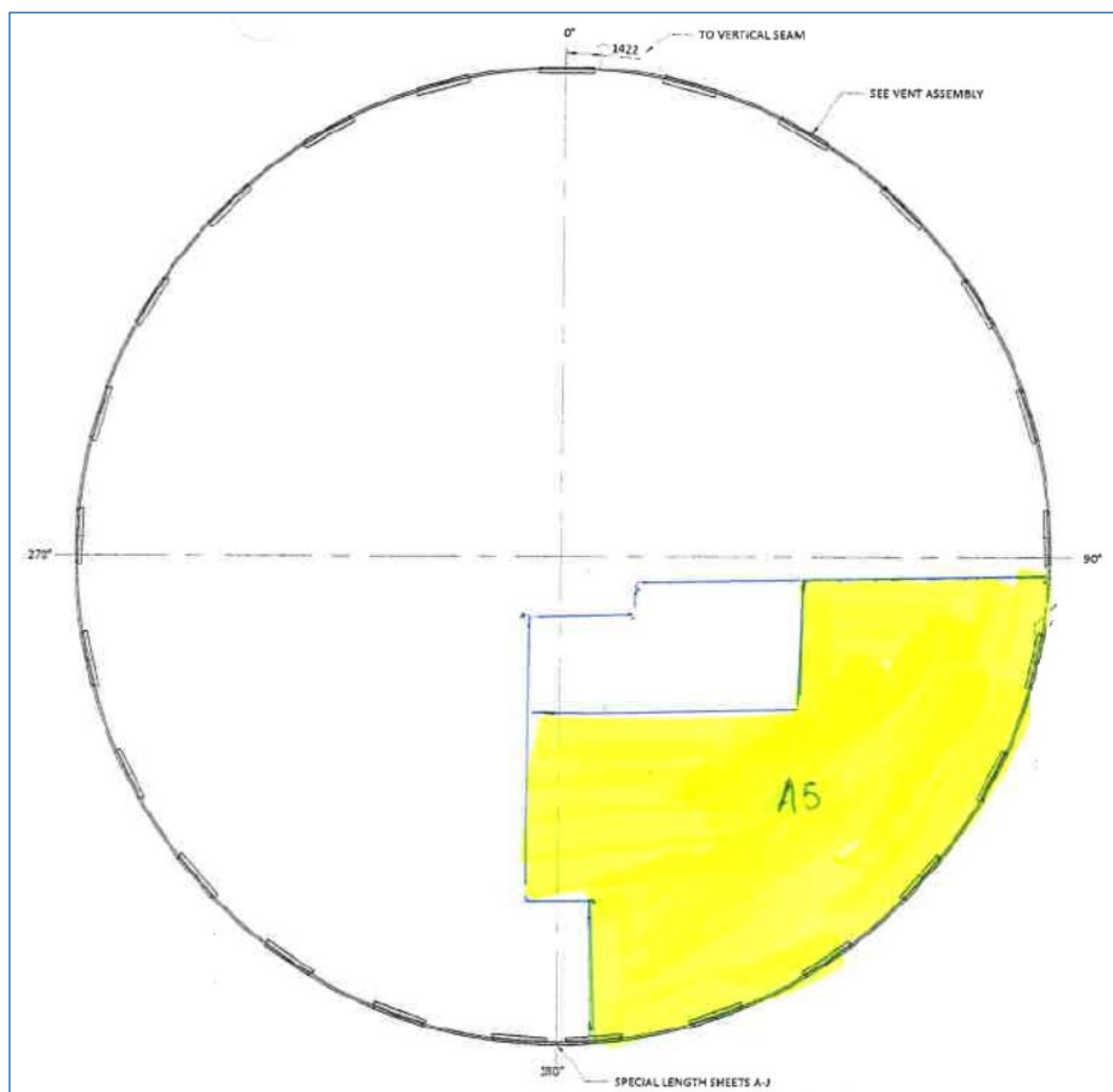


Figura 5-26: Área 5 trabajo real realizado de aplicación de recubrimiento, vista de recubrimiento malogrado tanque N° 1

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

En la figura siguiente recién vemos el área que estaba malograda recubierta, este error genera atraso en la construcción.

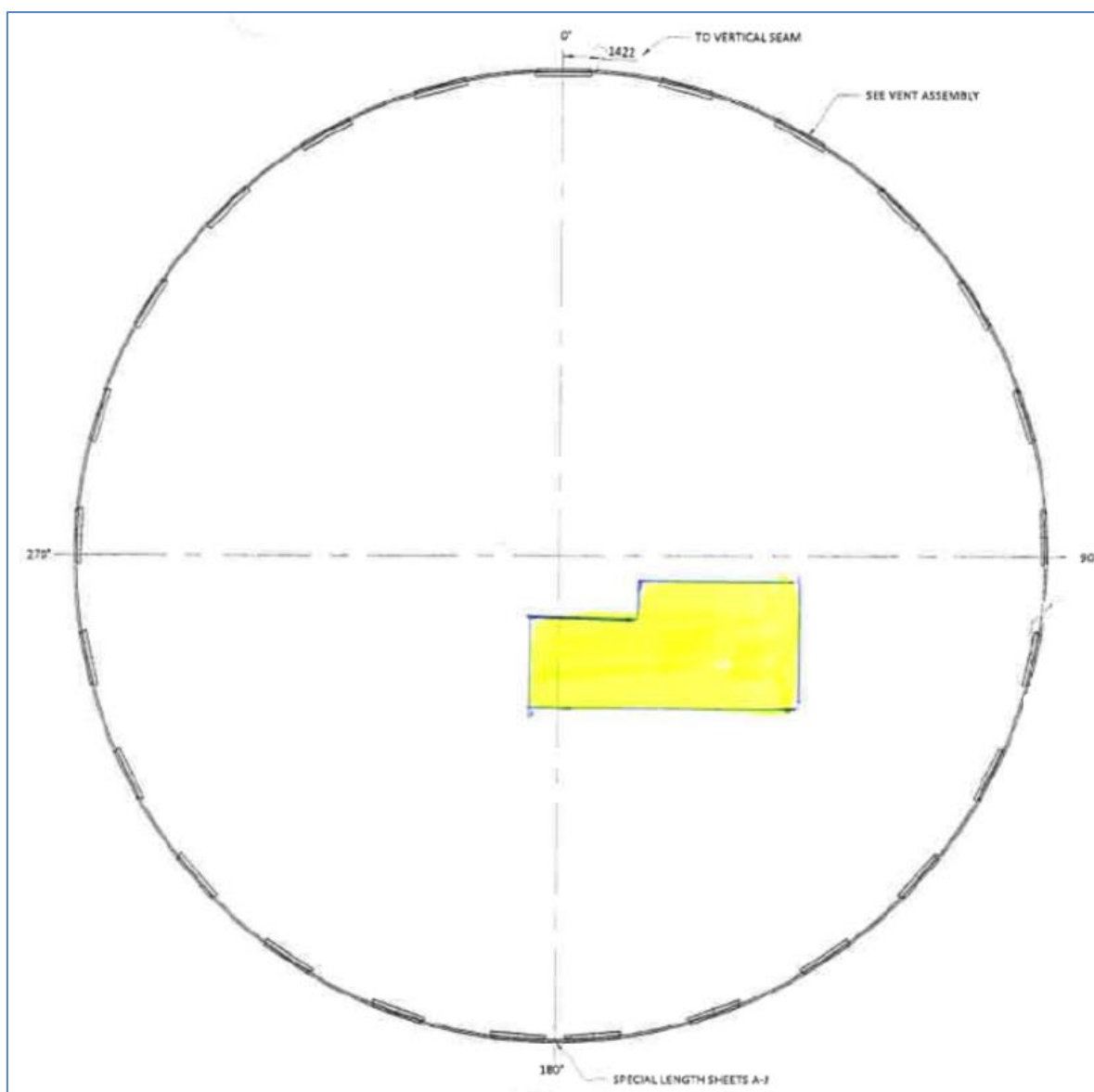


Figura 5-27: Área 5 trabajo real realizado de aplicación de recubrimiento aplicación de área malograda tanque N° 1

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

A continuación vemos el recubrimiento de la columna.

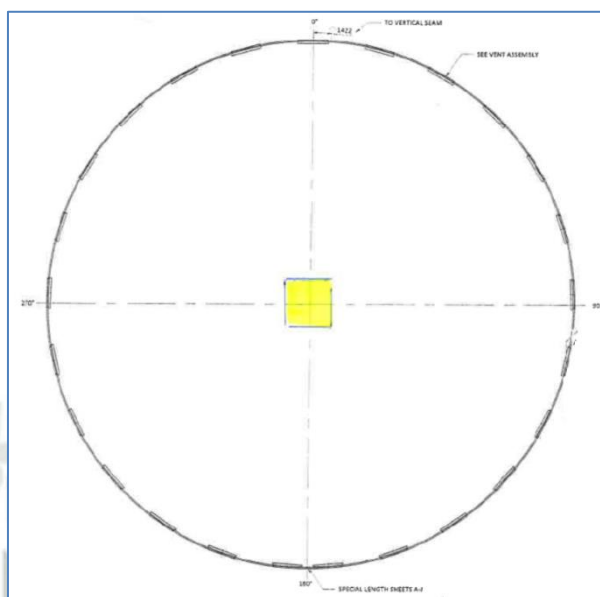


Figura 5-28 Columna trabajo real realizado de aplicación de recubrimiento tanque N° 1

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

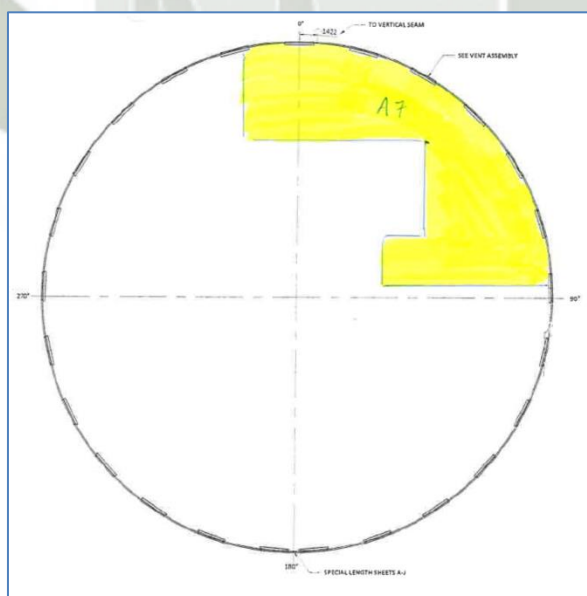


Figura 5-29: Área 7 trabajo real realizado de aplicación de recubrimiento tanque N° 1

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

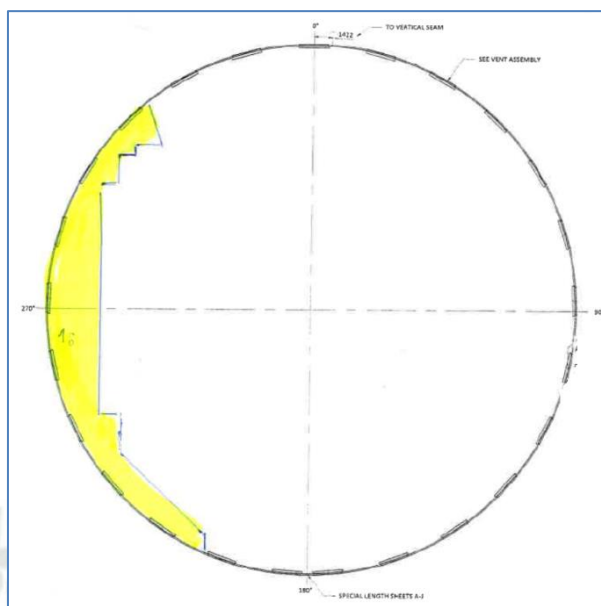


Figura 5-30: Área 8 trabajo real realizado de aplicación de recubrimiento tanque N° 1

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

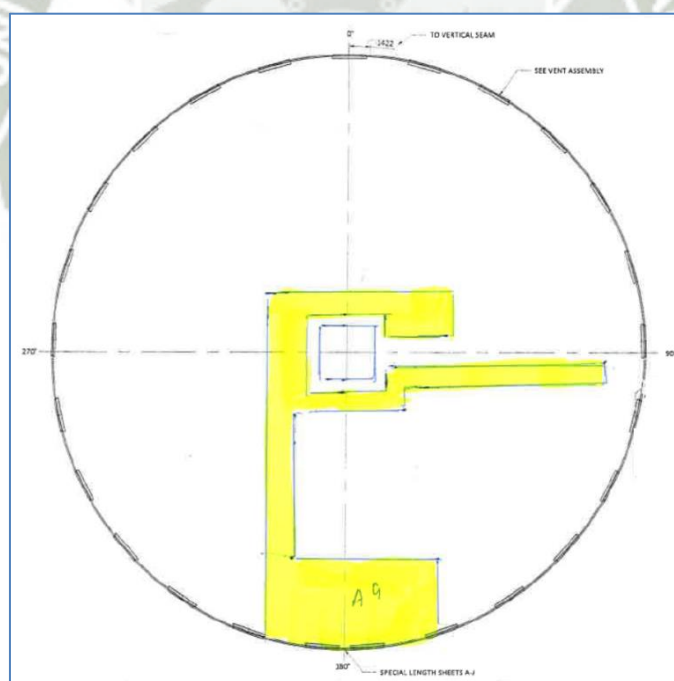


Figura 5-31: Área 9 trabajo real realizado de aplicación de recubrimiento tanque N° 1

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

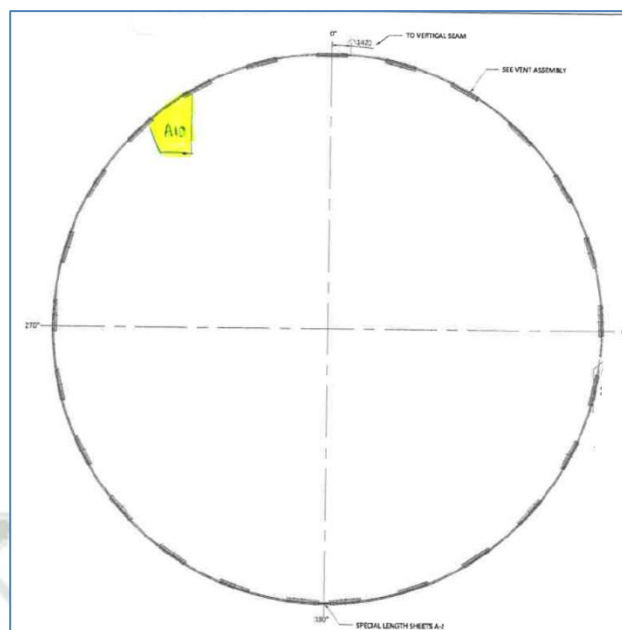


Figura 5-32: Área 10 trabajo real realizado de aplicación de recubrimiento tanque N° 1

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

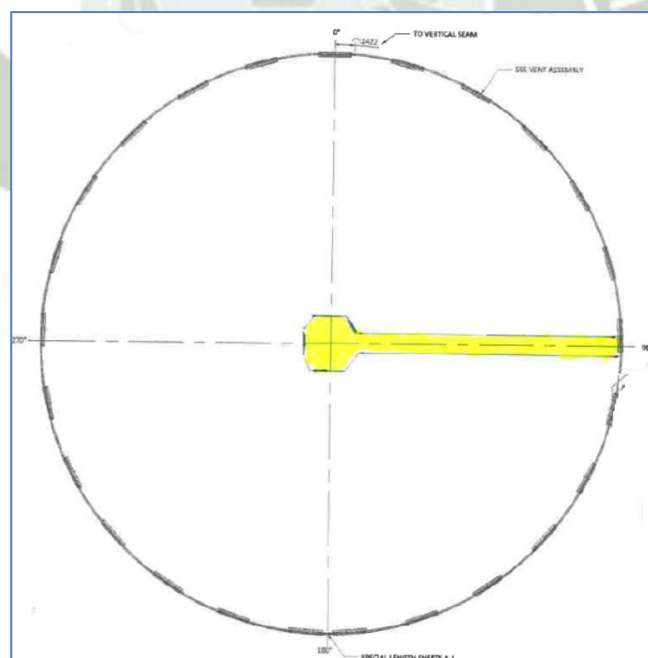


Figura 5-33: Canaleta trabajo real realizado de aplicación de recubrimiento tanque N° 1

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

Se realiza la medición de espesores, procediendo con la limpieza del área, se selecciona los puntos, se utiliza gel para realizar las lecturas con el equipo en los puntos seleccionados la operación se repite 5 veces por área y se saca un promedio.

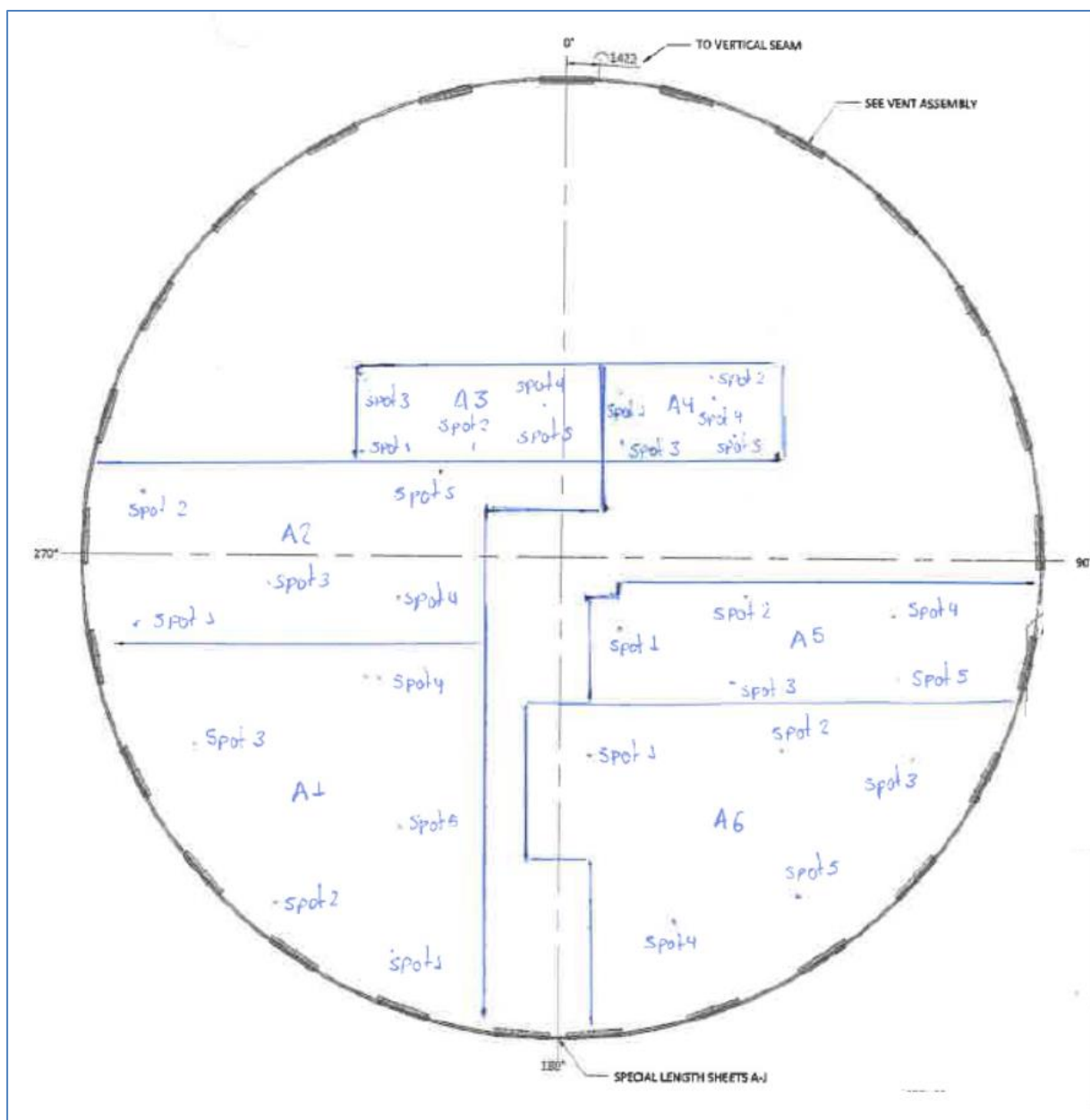


Figura 5-34: Áreas de medición de espesores en recubrimiento tanque N° 1

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

Para la medición de espesores por área pintada se toman 5 muestras y se saca un promedio y se verifica que este en la tolerancia.

Construcción 5-28: Medición de espesores por área pintada tanque N°1

ITEM	SPOT 1	SPOT 2	SPOT 3	SPOT 4	SPOT 5	PROMEDIO
1	102	119	108	105	107	108
2	117	109	128	127	98	116
3	104	99	137	113	104	111
4	105	99	126	93	109	106

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.



Figura 5-35: Vista real de medición de espesores

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.



Figura 5-36: Vista del medidor de espesores y verificación en campo de medición tanque N° 1

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.



Figura 5-37: Vista del medidor de espesores y verificación en campo de medición tanque N° 1

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

Como realizamos la medición de espesores en cada área que se aplico el recubrimiento ahora toca realizar la medición de espesores como se muestra en la figura partiendo la zona en cuadrantes y realizando de nuevo 5 muestras y sacando el promedio resultados de medición un resultado final y verificar que este en la tolerancia

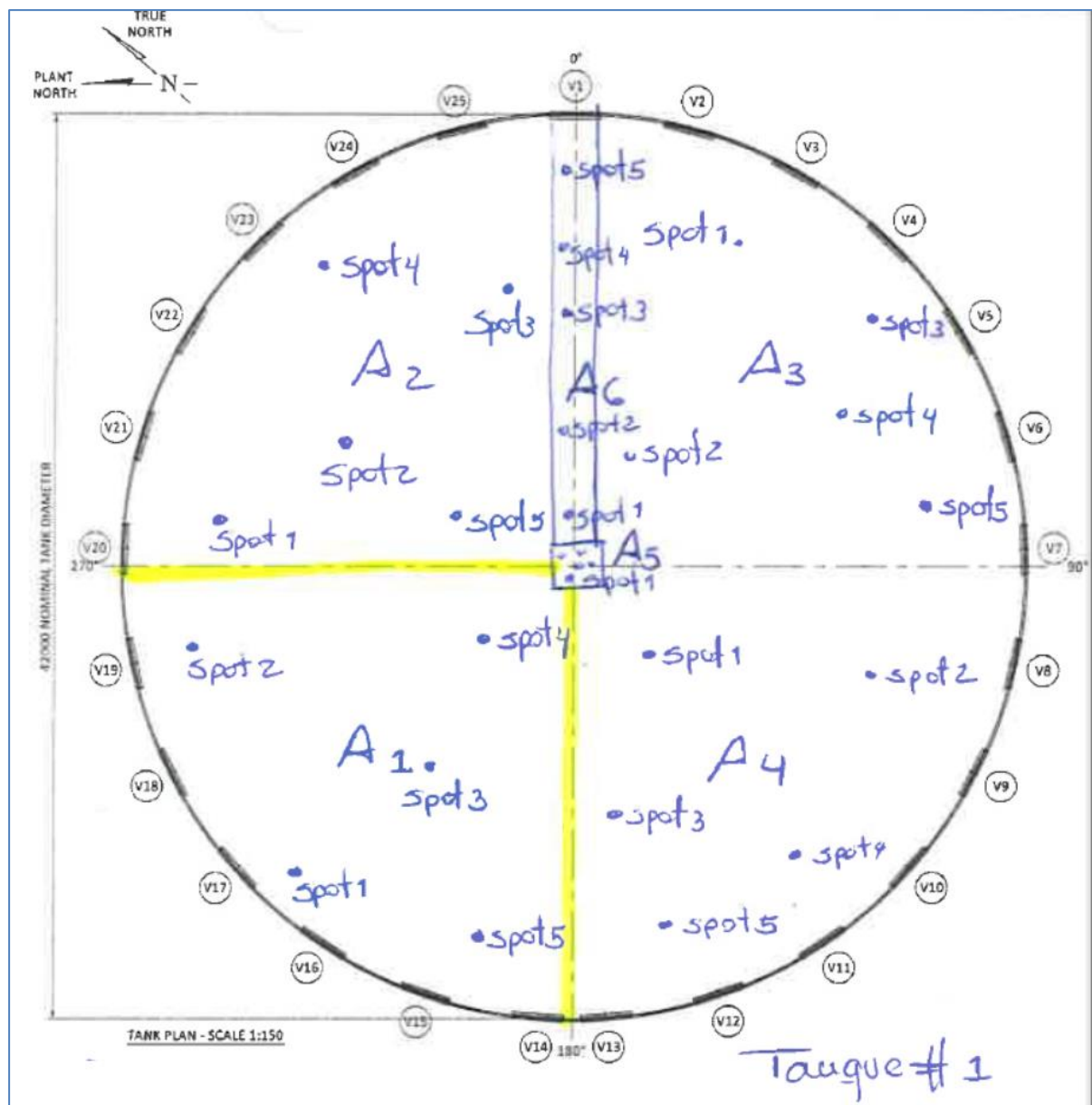


Figura 5-38: Áreas de medición de espesores 4 cuadrantes tanque N° 1

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.



Figura 5-39: Medición final de espesores área 1 tanque N° 1

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.



Figura 5-40: Medición final de espesores área 2 tanque N° 1

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.



Figura 5-41: Medición final de espesores área 3 tanque N° 1

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

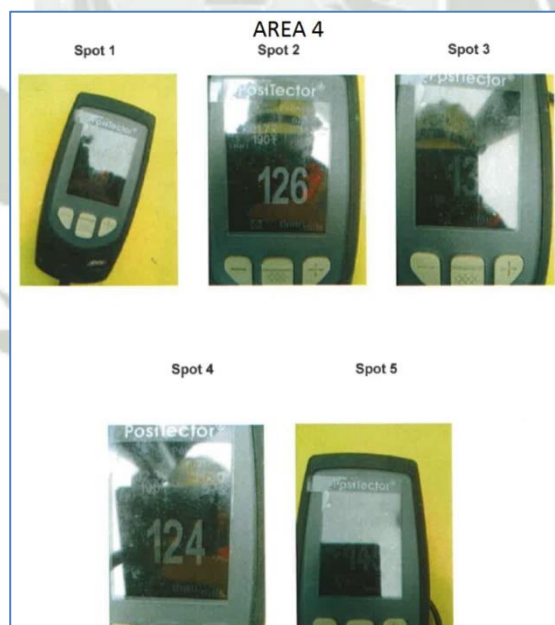


Figura 5-42: Medición final de espesores área 4 tanque N° 1.

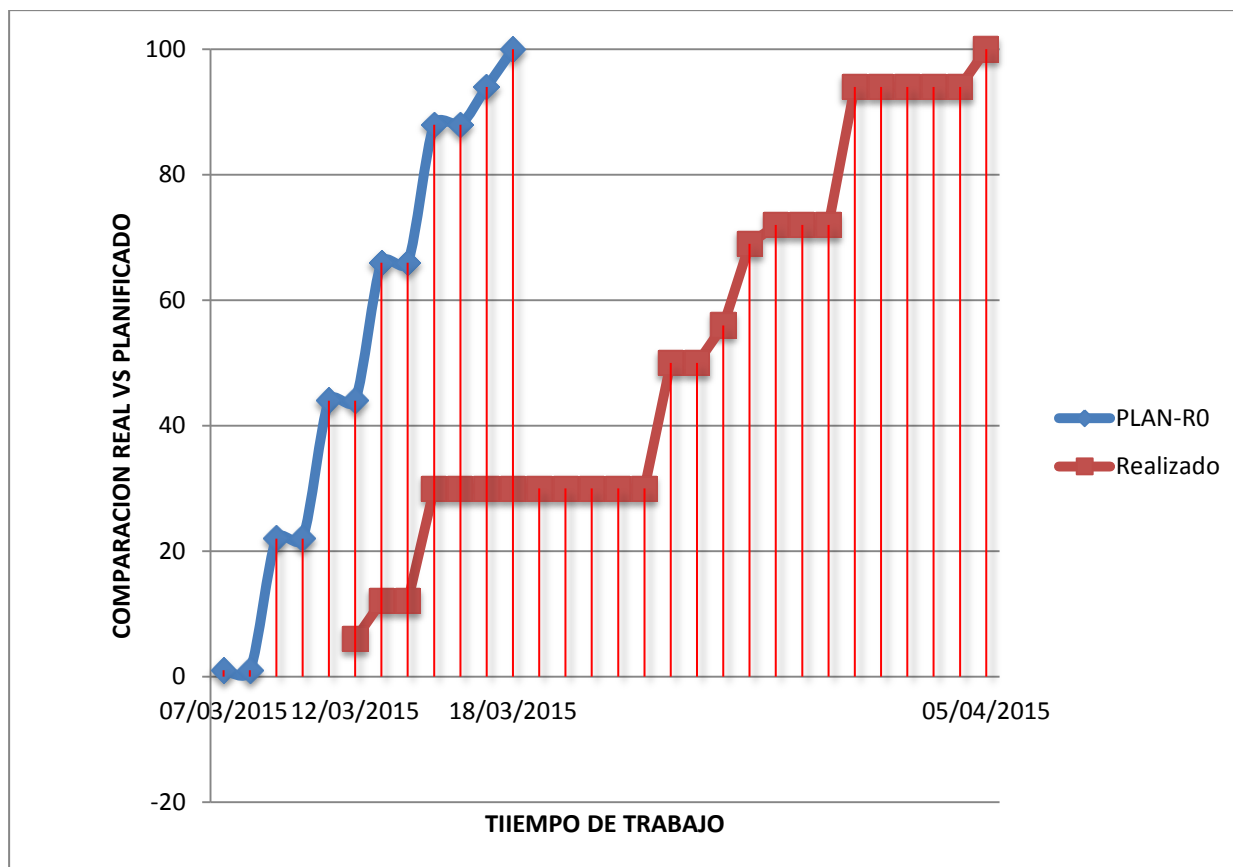
Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

Construcción 5-29: medición de espesores por cuadrante de área tanque N°1.

ITEM	SPOT 1	SPOT 2	SPOT 3	SPOT 4	SPOT 5	PROMEDIO
1	85	94	87	165	102	107
2	168	102	112	90	121	119
3	101	141	84	88	120	107
4	168	102	112	90	121	119

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

Resumen aplicación de recubrimiento: Como nos damos cuenta en el tanque N° 1, en el cronograma general mostrado en la **figura**. En el cronograma de cumplimiento de metas debemos de empezar el día 07/03/2015 al 18/03/2015 pero como nos damos cuenta en el cronograma real mostrado en la **figura** empezamos en el día 12/03/2015 al día 5/04/2015 como es de relucir tenemos un atraso como es mostrado en la curva a continuación:



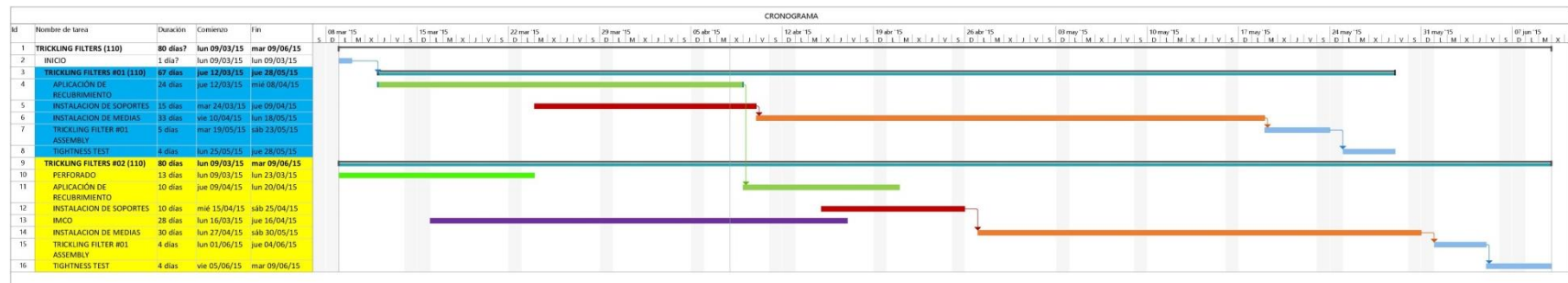
Construcción 5-30: Curva de comparación de trabajo planeado VS trabajo real en la aplicación de recubrimiento tanque N° 1.

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

INTERPRETACION: Como vemos en la siguiente tabla tenemos un atraso entre lo planificado y lo real i en nuestro indicado tenemos un atraso de **-18 días** en nuestro cronograma general entonces tenemos que idear una estrategia de avance para no tener atraso En los siguientes pasos de la construcción del tanque.

CRONOGRAMA CRITICO N°1

Establecemos un nuevo planeamiento para este tanque ya que como vemos en la aplicación de recubrimiento tanque N°1 tenemos un indicador de días negativo de **-18 días** entonces que nos muestra un atraso en nuestras fechas finales.

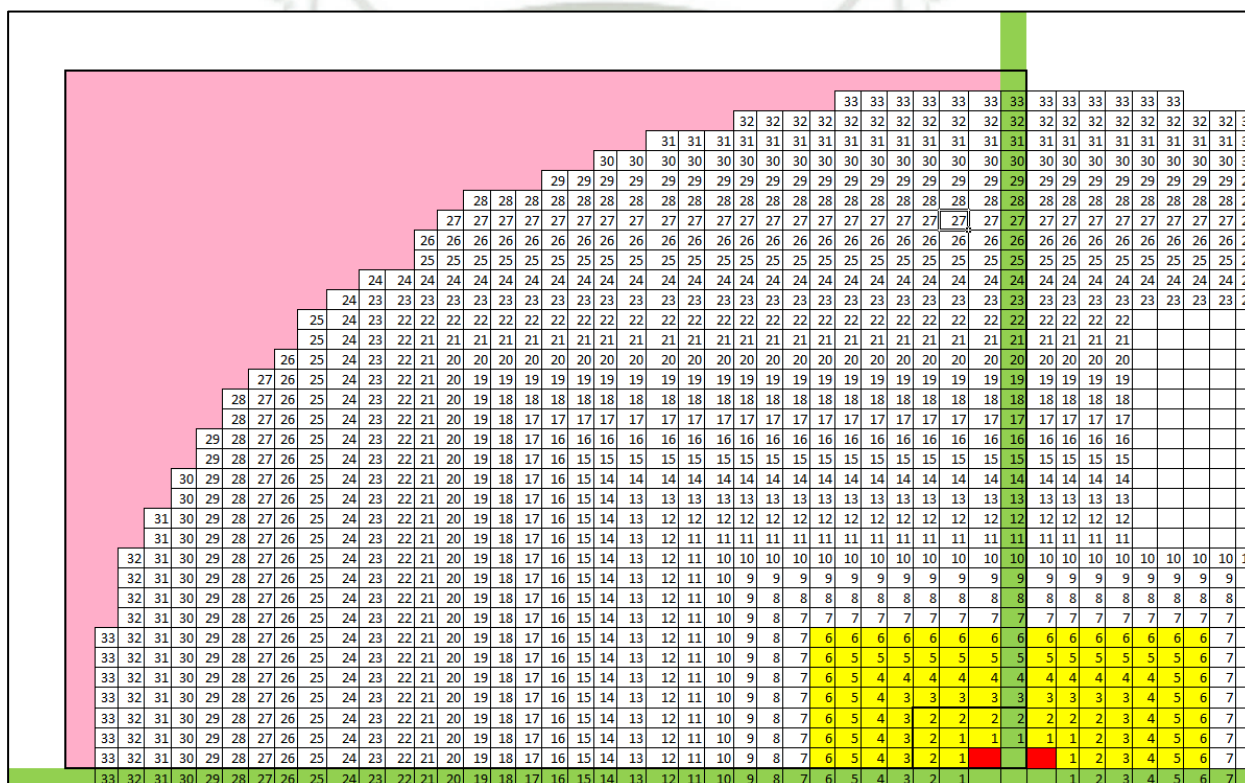


Construcción 5-31: Cronograma critico de avance N°1.

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

Primero debemos determinar que las bases los soportes y la tapas son entregados por el cliente, esto quiere decir que están listos para colocar en el sitio específico, los radios varían por el error que hay en construcción determinaremos esas distancias con el estudio topográfico para determinar la longitud correcta,

Cantidad de tubos: determinar cuántos tubos de 4" se necesita para la construcción por cada tanque lo determinaremos de la siguiente manera.



Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

Interpretación: En esta figura vemos los números 33 a los extremos, cada punto final de tanque quiere decir que por fila en cada esquina de $\frac{1}{4}$ tienen 33 soportes como es redondo

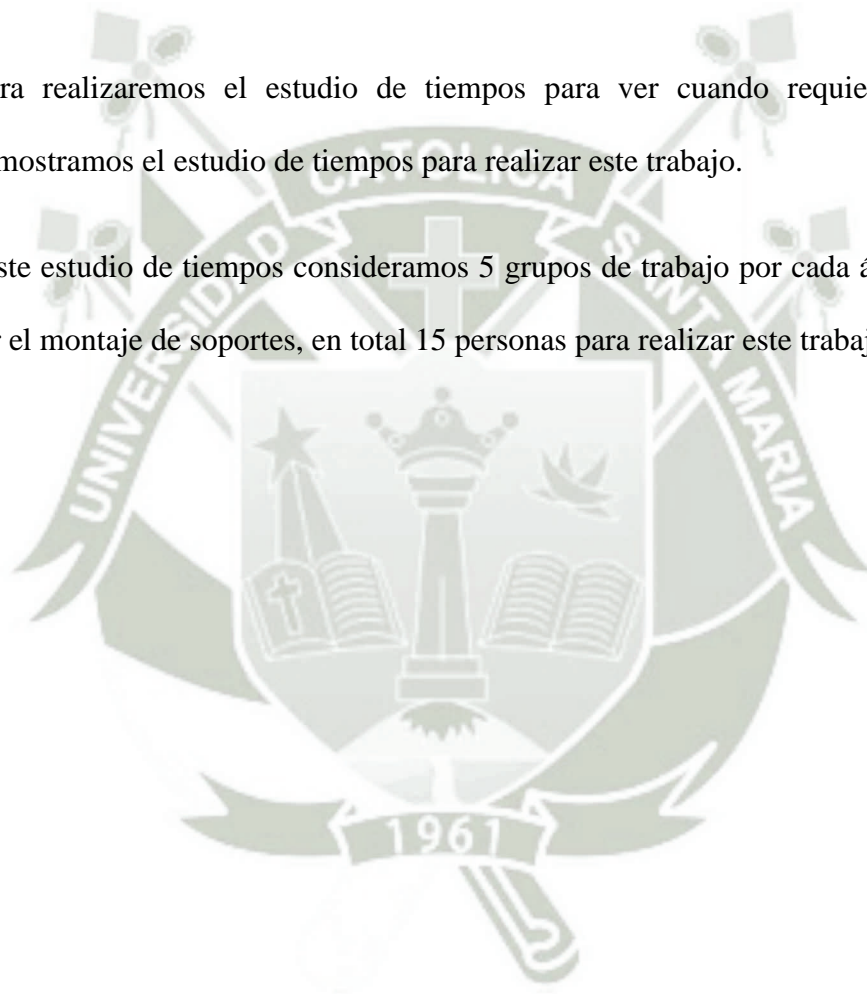
bajan las distancias, como es circular y como embudo en el centro para que sea como un sumidero las distancias de cada corte de tuvo variando del lugar a donde va ubicado varia, los puntos que están con el numero 1 significa que tiene la misma distancia para corte con los demás casilleros que dicen 1, otro ejemplo los que dicen 33 tiene la misma distancia todos los que tengan 33 pero varían de los demás números es el modo de corte, esto quiere decir que los 33 son los más cortos y los 1 son los más largos.



Interpretación: En esta figura vemos el # de tubo, al costado vemos una tabla que tiene los números del 1 al 33 al costado medido por el topógrafo vemos la distancia ejemplo, del tubo N° 1 es 112.5 cm y tenemos 4 entonces para poder poner los tubos del lugar 1 necesitamos cortar un tubo de 450 cm, como vemos los más largos son los de N° 1 y los más cortos los de N° 33, un tubo mide 6.10 m entonces para eliminar el error supondremos que el tubo mide 6 m, entonces por tanque necesitaremos 522.798 tubos para poder poner los soportes, suponiendo un error del 10% entonces necesitaremos 575 tubos por tanque.

Ahora realizaremos el estudio de tiempos para ver cuando requiere en días la producción mostramos el estudio de tiempos para realizar este trabajo.

En este estudio de tiempos consideramos 5 grupos de trabajo por cada área de trabajo para realizar el montaje de soportes, en total 15 personas para realizar este trabajo.



Construcción 5-34: Estudio de tiempos planeamiento critico de montaje de soportes TF N°1.

INSTALACION DE SOPORTES			
TOTAL DE PEDESTALES POR TANQUE	CANTIDAD	3825	
TOTAL DE HORAS TRABAJADAS X DIA	TIEMPO	9 hrs	540 min
TRABAJO PARALELO			
INSTALACION DE BASE SUPERIOR	TIEMPO	TUBO DE 4"	
RETIRO DE PROTECTORES	Seg.	30	MEDICION Y CORTE DE TUBO DE 4" 5
LIMPIEZA	Seg.	30	TOTAL DE GRUPO DE TRABAJO 5
INSTALACION DE PLACA INFERIOR BASE INF.	Seg.	60	Total de trabajo por dia total 540
INSTALACION DE PLACA SUPERIOR BASE INF.	Seg.	60	CANTIDAD DE DIAS POR TANQUE 7.08333333
	Total en Seg.	180	
	Total en Min.	3.0	
TRABAJO POR GRUPO EN UN DIA (grupo x 2p =	UND	180	
TOTAL DE GRUPO DE TRABAJO	GRUPOS	5	
Total de trabajo por dia total	UND	900	
CANTIDAD DE DIAS POR TANQUE	DIAS	4.25	
INTALACION DE TUBO DE 4"	Seg.	120	
INSTALACION DE BASE SUPERIOR	Seg.	60	
	Total en Seg.	180	
	Total en Min.	3	
TRABAJO POR GRUPO EN UN DIA (grupo x 2p =	UND	180	
TOTAL DE GRUPO DE TRABAJO	GRUPOS	5	
Total de trabajo por dia total	UND	900	
CANTIDAD DE DIAS POR TANQUE	DIAS	4.25	

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

Construcción 5-35: Planeamiento esperado VS resultado real montaje de soportes tanque N°1..

		BESES INFERIORES				CORTE DE TUBOS	TUVOS + TAPAS		TUVOS		TAPAS		FRP			
		PRONOSTICADO		REAL		PRONOSTICADO	PRONOSTICADO		REAL		REAL		PRONOSTICADO		REAL	
		X DIA	ACUMULADO	X DIA	ACUMULADO	CORTE	X DIA	ACUMULADO	X DIA	REAL	ACUMULADO	X DIA	REAL	ACUMULADO	X DIA	ACUMULADO
MARTES	24/03/2015	450	450													
MIERCOLES	25/03/2015	450	900													
JUEVES	26/03/2015	900	1800													
VIERNES	27/03/2015	900	2700			540										
SABADO	28/03/2015	900	3600			540	450	450								
DOMINGO	29/03/2015		3600					450								
LUNES	30/03/2015	225	3825			540	450	900								
MARTES	31/03/2015					540	450	1350								
MIERCOLES	01/04/2015					540	450	1800								
JUEVES	02/04/2015					540	900	2700								
VIERNES	03/04/2015					540	900	3600					35	35		
SABADO	04/04/2015					45	225	3825					35	70		
DOMINGO	05/04/2015												0	70		
LUNES	06/04/2015			3421	3421				2321	2321	1504	1504	35	105		
MARTES	07/04/2015			190	3611				357	2678	273	1777	35	140		
MIERCOLES	08/04/2015			9	3620				284	2962	118	1895	35	175		
JUEVES	09/04/2015			0	3620				0	2962	0	1895	15	190		
VIERNES	10/04/2015			0	3620				0	2962	0	1895	10	200		
SABADO	11/04/2015			0	3620				0	2962	0	1895				
DOMINGO	12/04/2015			0	3620				0	2962	0	1895				
LUNES	13/04/2015			0	3620				0	2962	0	1895				
MARTES	14/04/2015			0	3620				0	2962	0	1895			98	98
MIERCOLES	15/04/2015			230	3850				888	3850	1955	3850			0	98
JUEVES	16/04/2015														18	116
VIERNES	17/04/2015														46	162
SABADO	18/04/2015														13	175
DOMINGO	19/04/2015														0	175
LUNES	20/04/2015														18	193

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

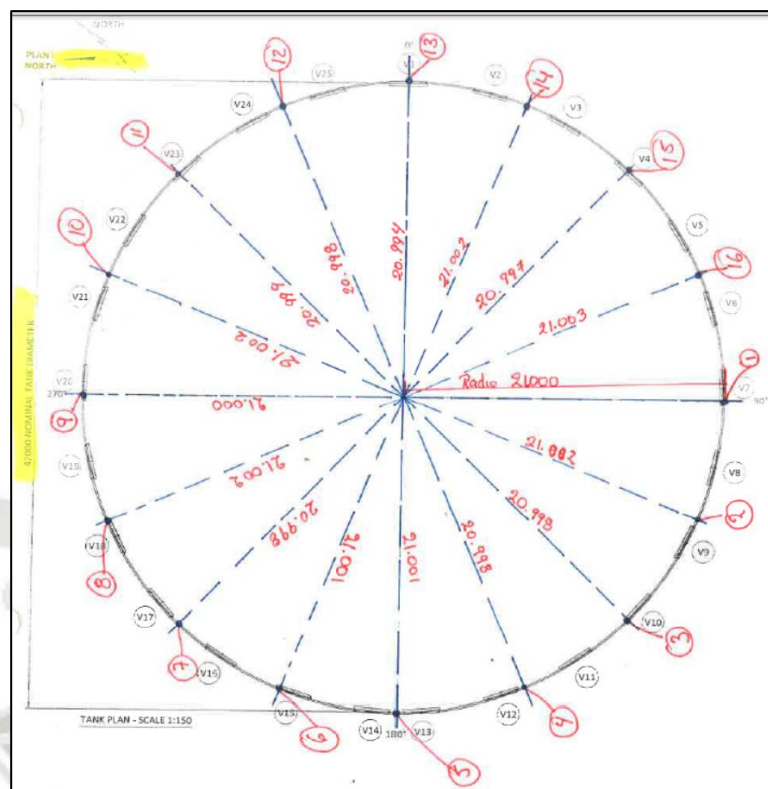


Figura 5-43: Radios de tanque N°1.

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

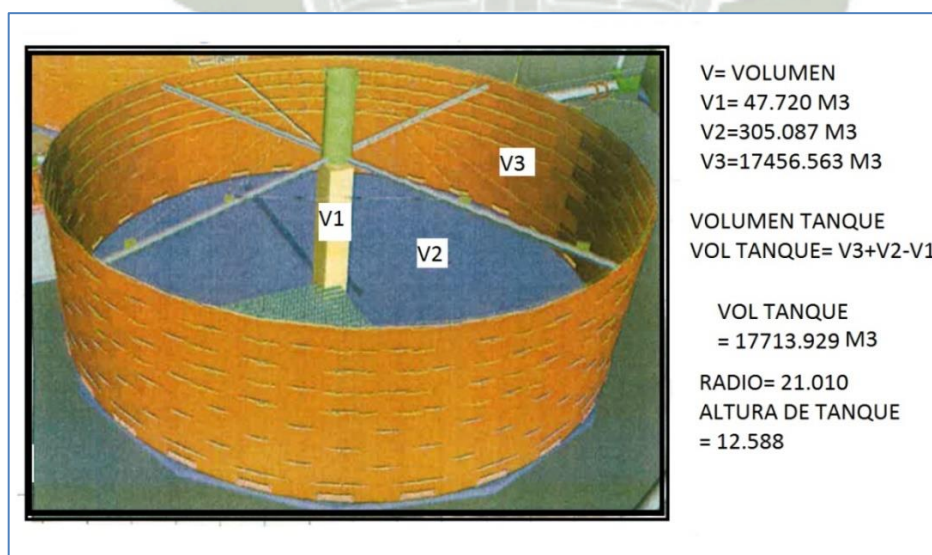


Figura 5-44: Medición directa tanque N°1.

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

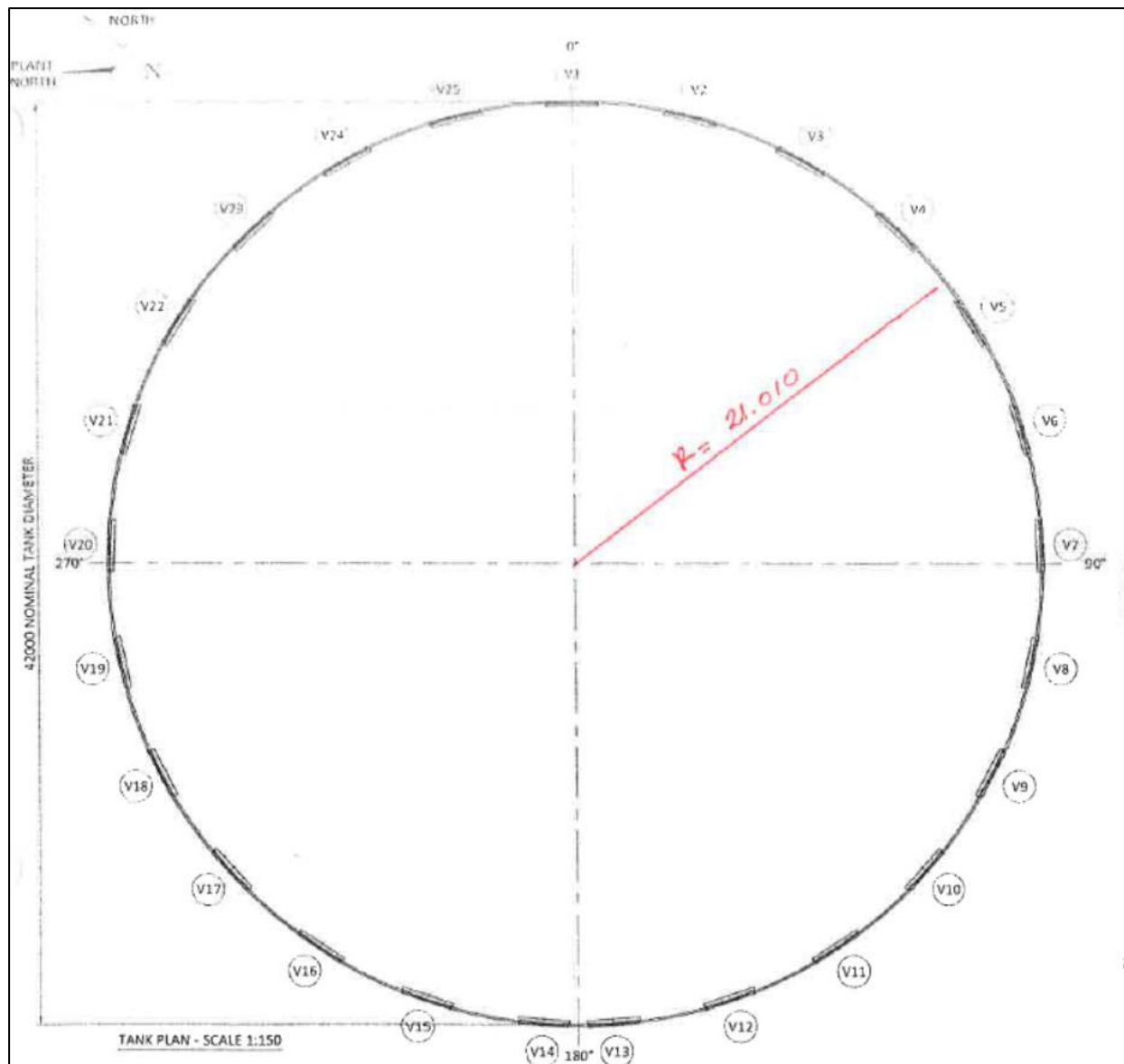


Figura 5-45: Medición directa con cinta métrica de tanque N°1.

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

Instalación de bases inferiores, tubos y bases superiores el trabajo es conjunto como los vemos a continuación y como detallamos en el planeamiento

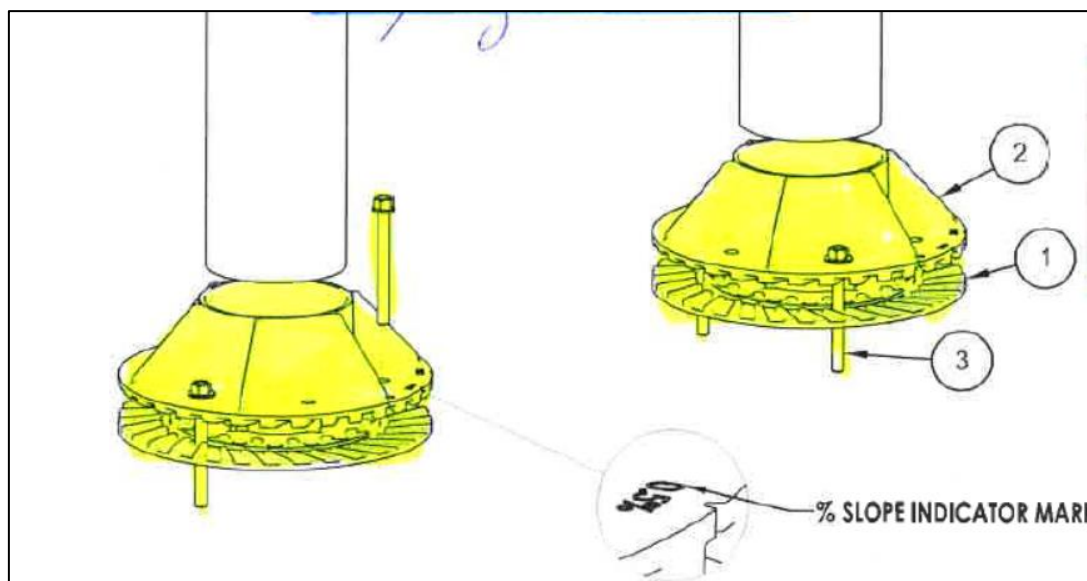


Figura 5-46: Modelo de puesta de bases inferiores.

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

Para el avance de las bases inferiores, tomamos en cuenta que para liberar una base y contabilizarlo como avance antes verificamos si los pernos puestos están fijos o no, están rectos o tienen que ser reparados, también son torquados.



Figura 5-47: Vista de verificación de torqueo de soportes tanque N° 1.













Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.



Figura 5-48: Vista de verificación de luz en soportes en tanque N° 1.

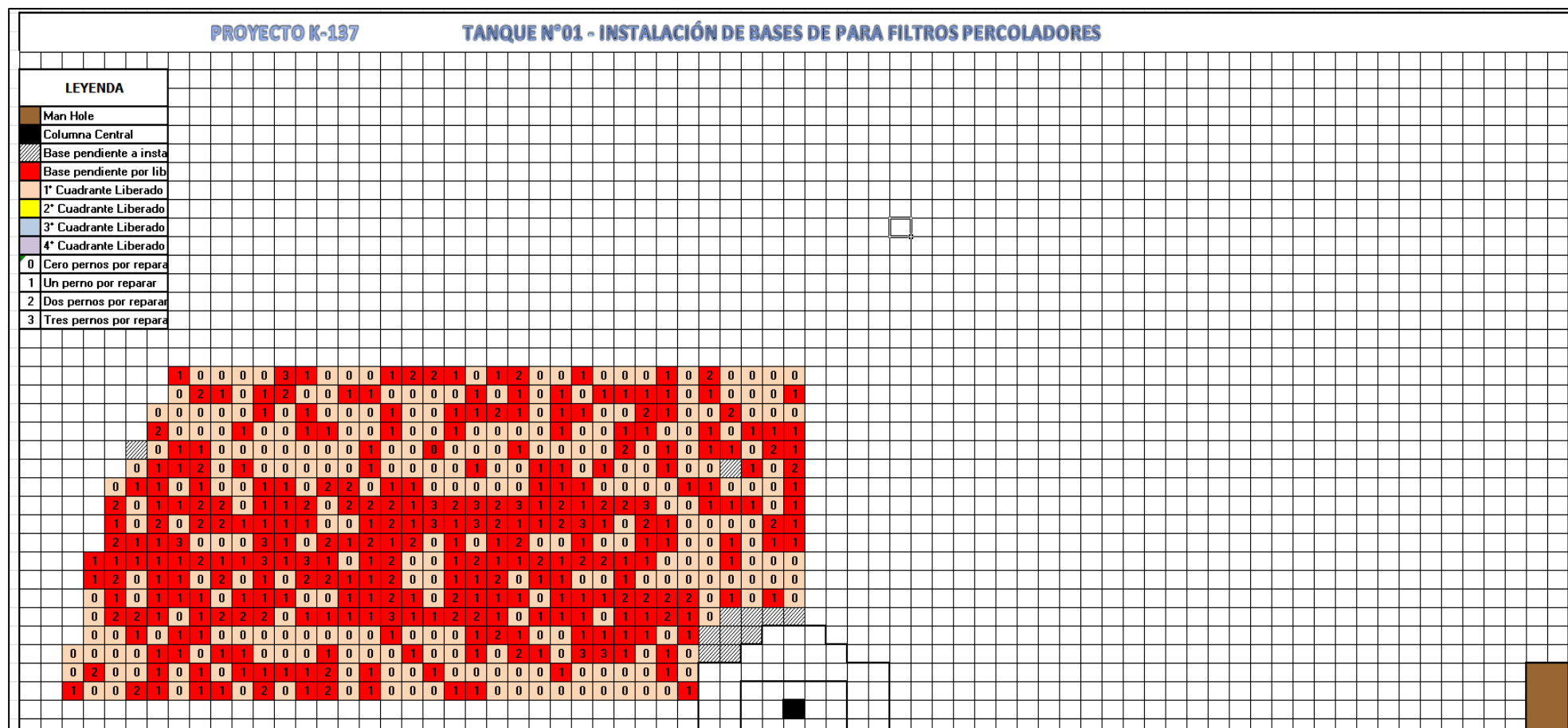
Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

Construcción 5-36: Estrategia leyenda de cuadro de verificación de montaje de bases.

LEYENDA	
	Man Hole
	Columna Central
	Base pendiente a instalar
	Base pendiente por liberar
	1° Cuadrante Liberado
	2° Cuadrante Liberado
	3° Cuadrante Liberado
	4° Cuadrante Liberado
	0 Cero pernos por reparar
	1 Un perno por reparar
	2 Dos pernos por reparar
	3 Tres pernos por reparar

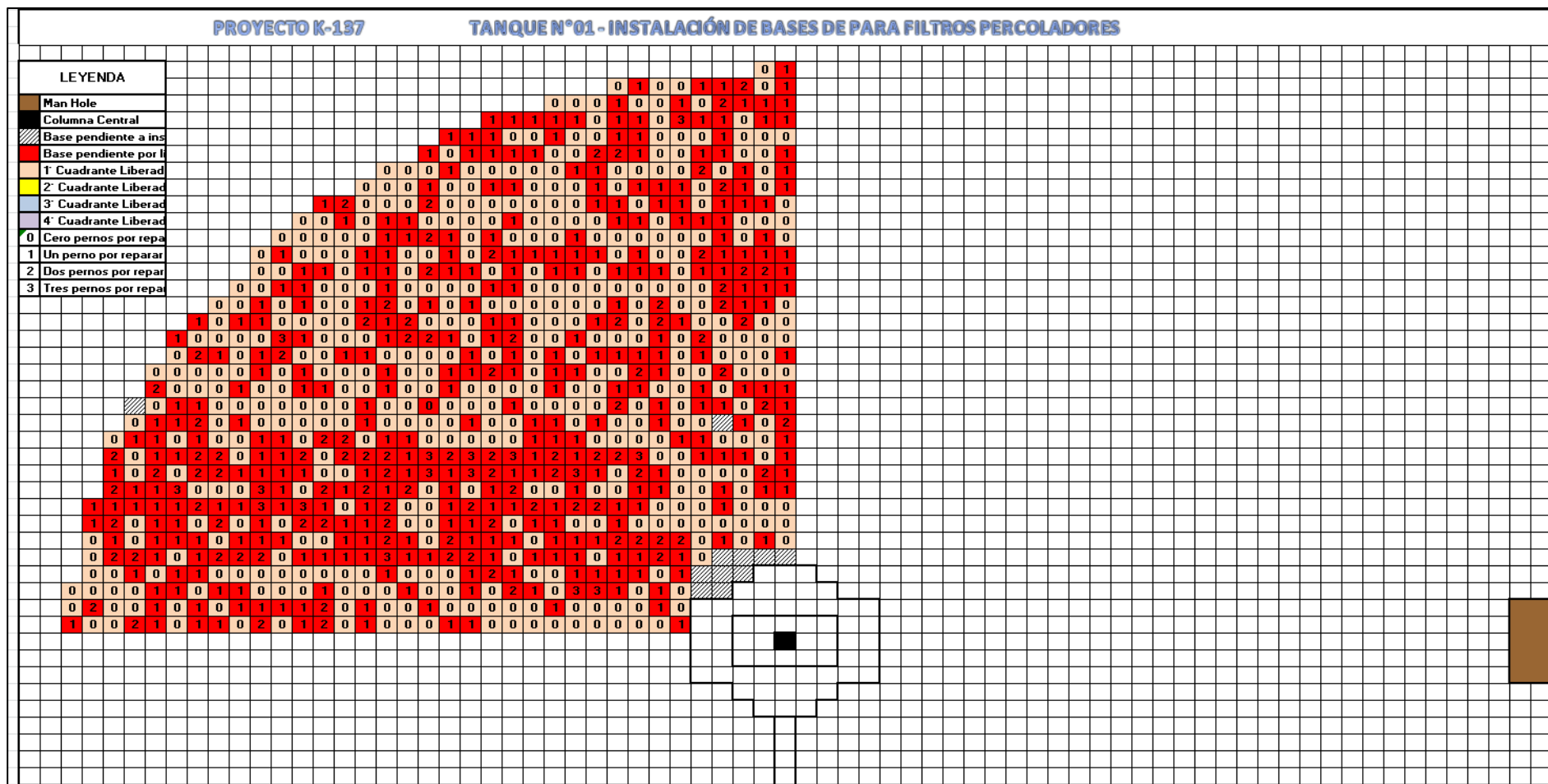
Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

Construcción 5-37: Estrategia cuadro de verificación de montaje de bases parte 1 tanque N°1.



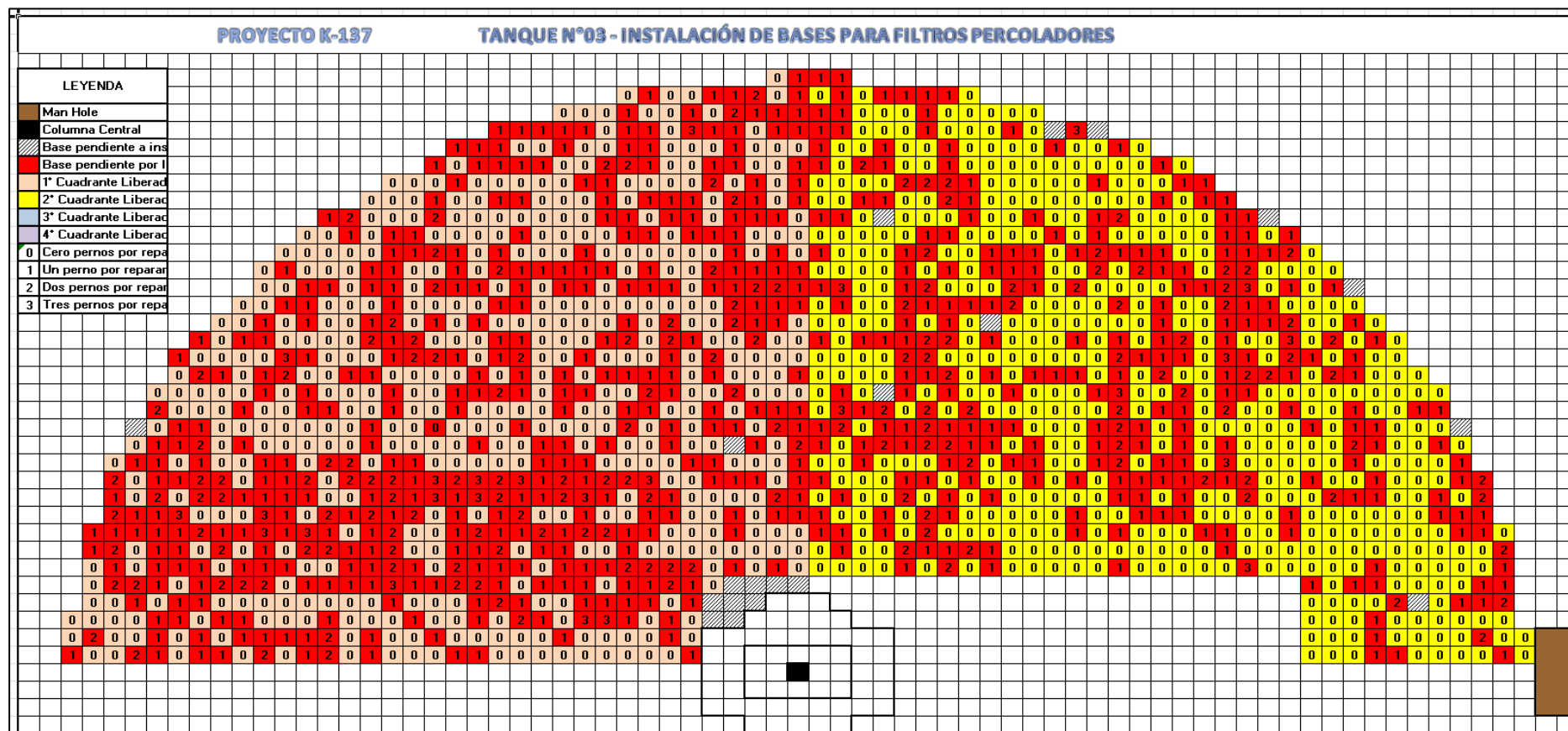
Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

Construcción 5-38: Estrategia cuadro de verificación de montaje de bases parte 2 tanque N°1.



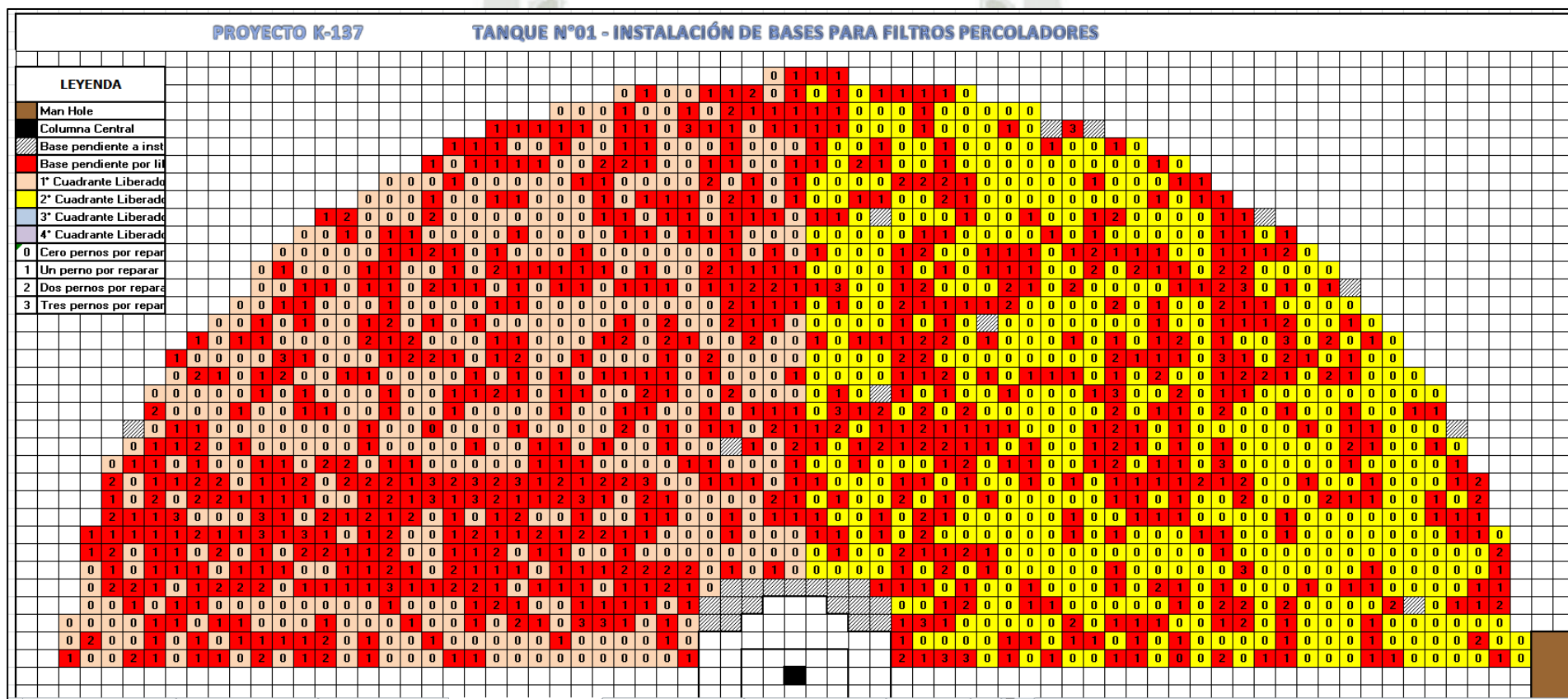
Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

Construcción 5-39: Estrategia cuadro de verificación de montaje de bases parte 3 tanque N°1.



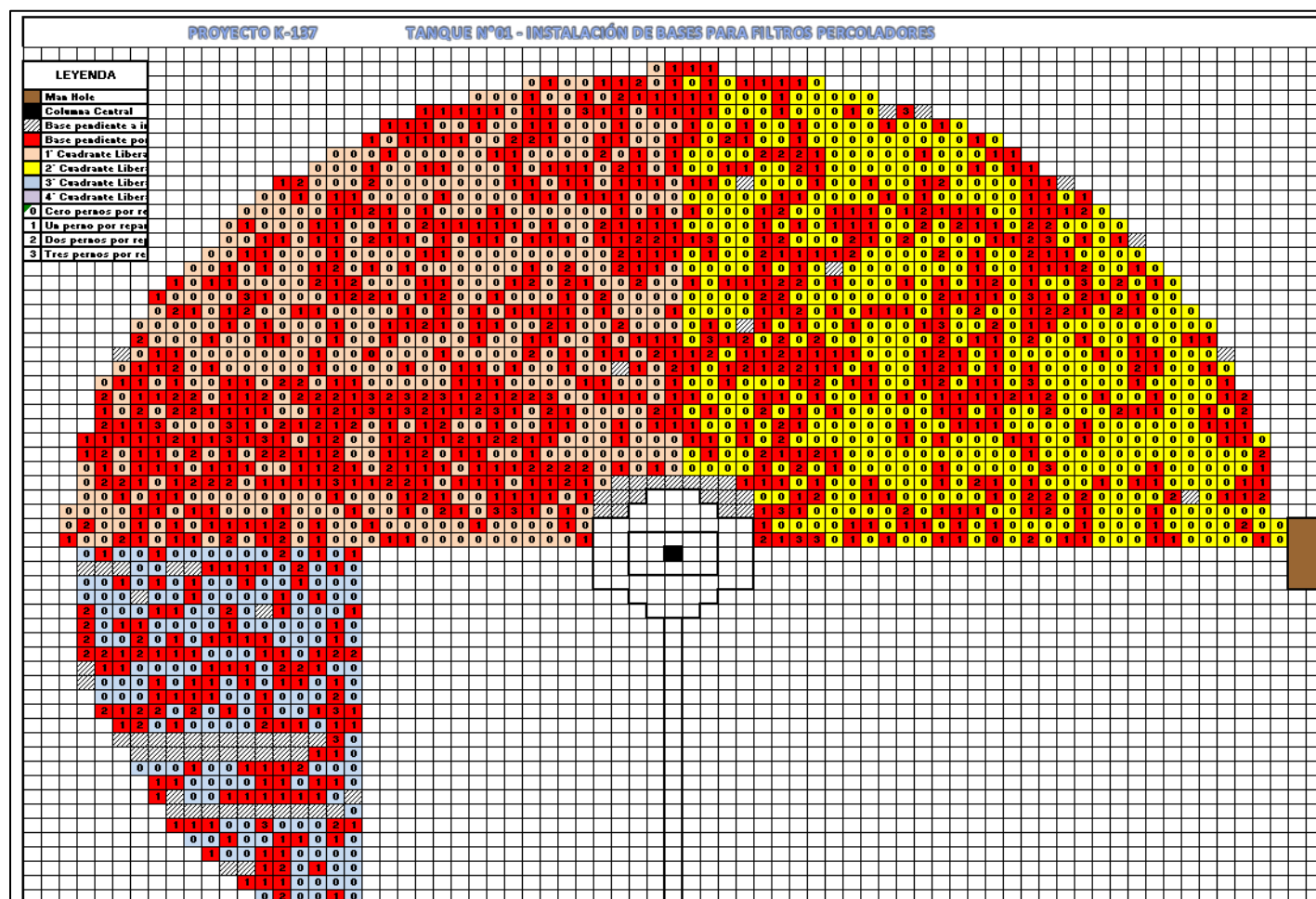
Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

Construcción 5-40: Estrategia cuadro de verificación de montaje de bases parte 4 tanque N°1



Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

Construcción 5-41: Estrategia cuadro de verificación de montaje de bases parte 5 tanque N°1.



Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.



Figura 5-49: Vista de puesta de soportes inferiores Tanque N°1.

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

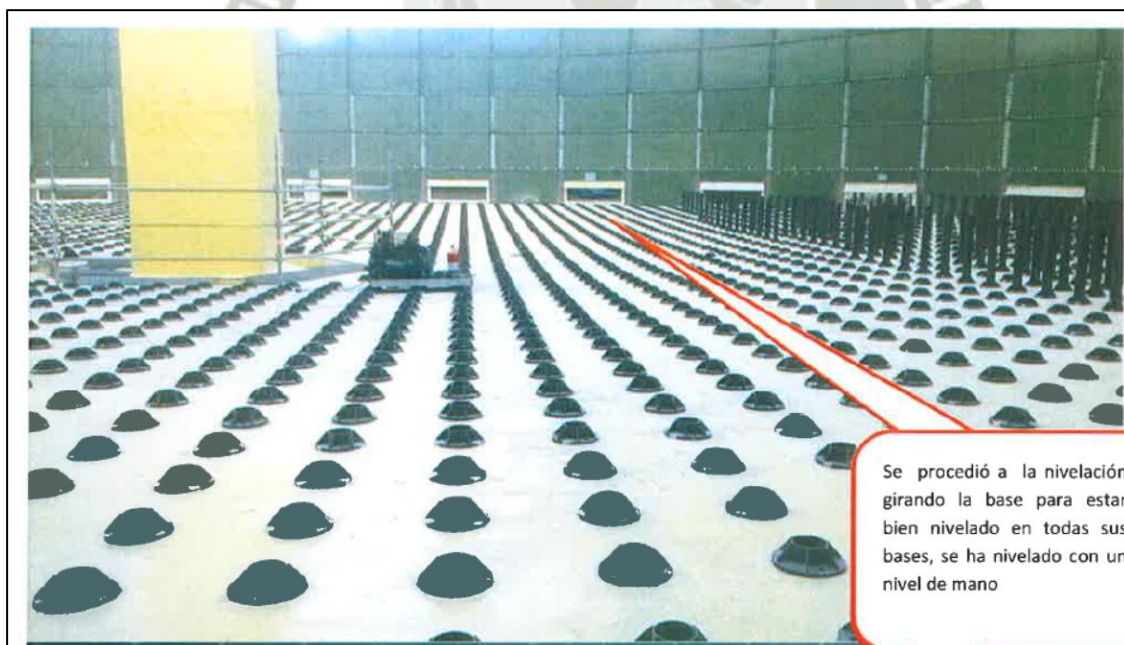


Figura 5-50: Vista de nivelación de bases, y trabajo sincronizado de puesta de tubos para construcción de soportes tanque N° 1.

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

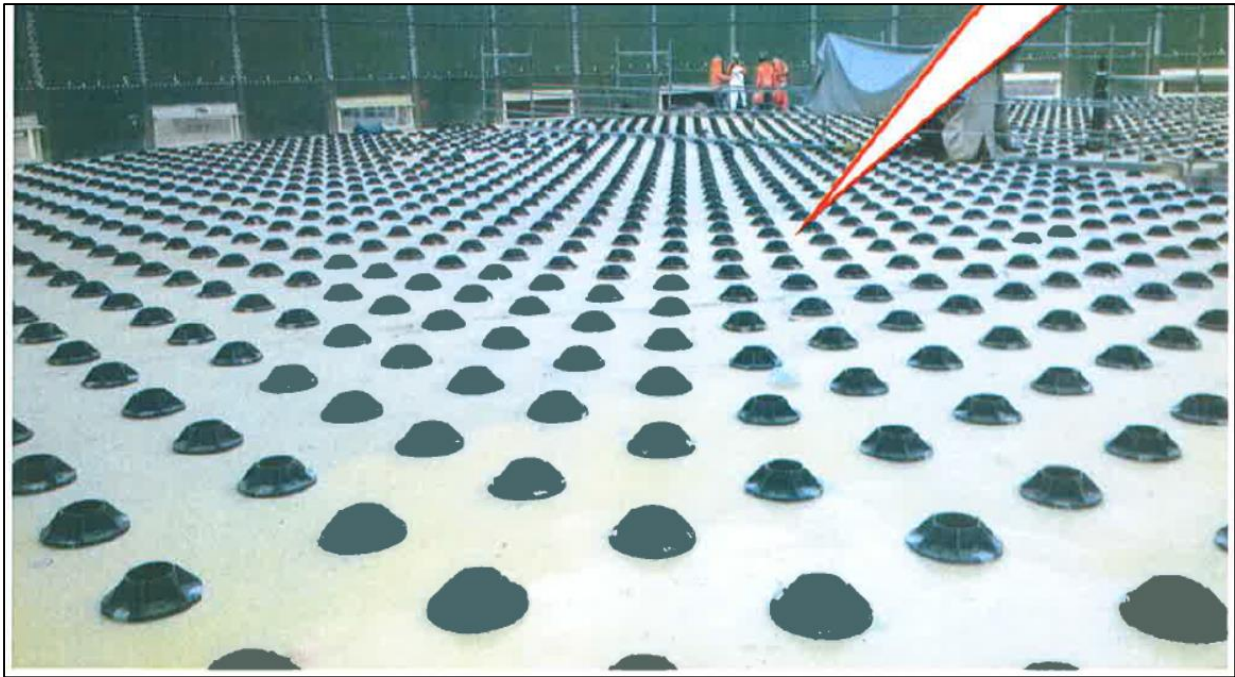


Figura 5-51: Verificación de bases alineamiento de acuerdo a cuadrícula.

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

Instalación de puntales de PVC tubería de 4" sch 80, Como detallamos anteriormente sacamos la distancia de y realizamos el corte de los tubos para después colocarlos, ahora mostramos como es el alineamiento.

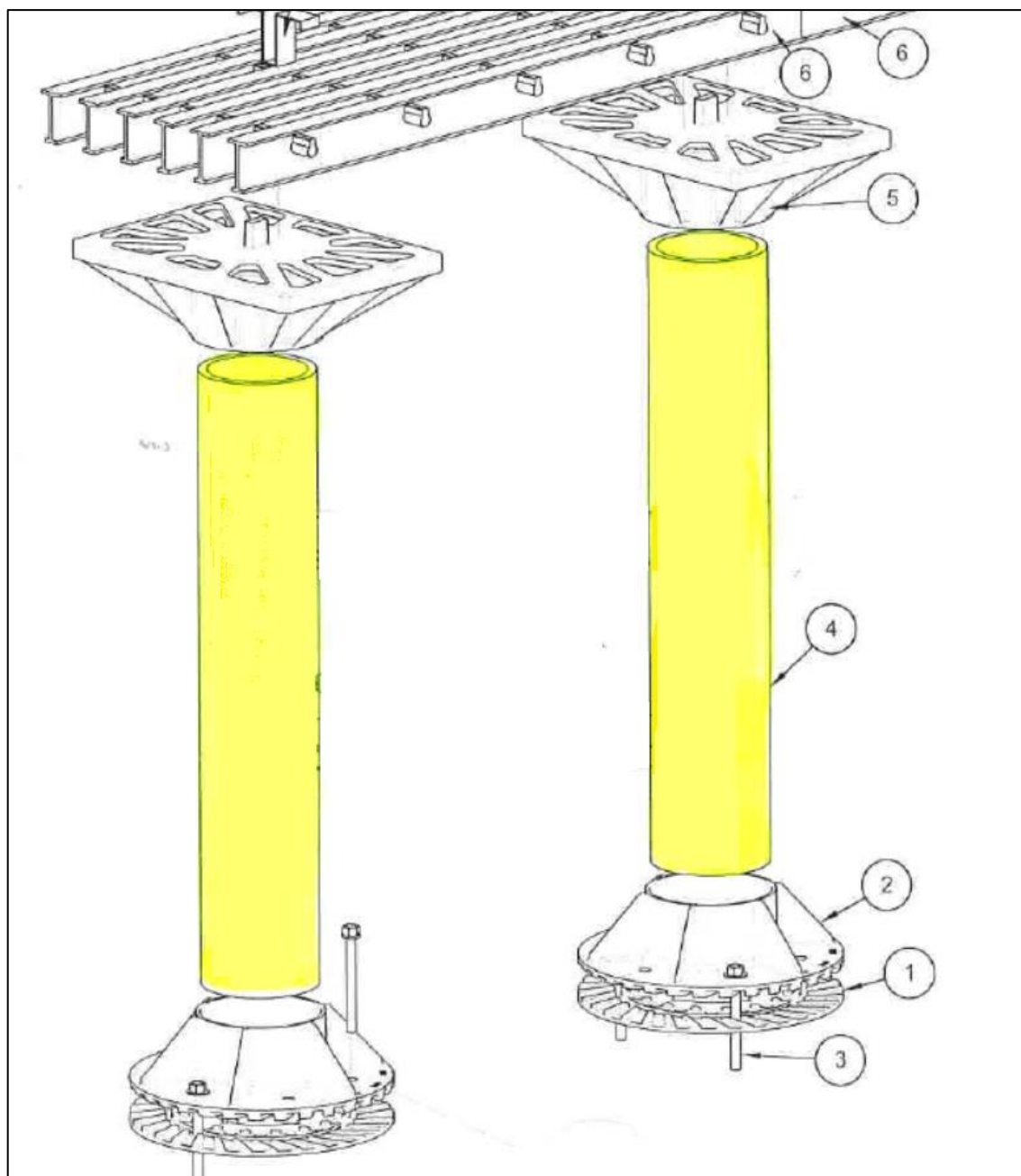


Figura 5-52: Modelo de instalación de tubería.

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

- Vemos el alineamiento y la verificación de la colocación de puntales de PVC



Figura 5-53: Vista de instalación de puntales tanque N° 1.

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.



Figura 5-54: Vista de pegado de bases a puntales tanque N° 1

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.



Figura 5-55: Verificación de nivel de puntales tanque N° 1

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

Aquí vemos la puesta de los puntales de PVC alineados, tapas superiores encima de los puntales de PVC y el trabajo como mostramos en el planeamiento de este tanque



Figura 5-56: Vista de pegado de puntales a tapas superiores en construcción de soportes tanque N°1.

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

Según el procedimiento seguimos con la colocación de las tapas superiores encima de los puntales de PVC

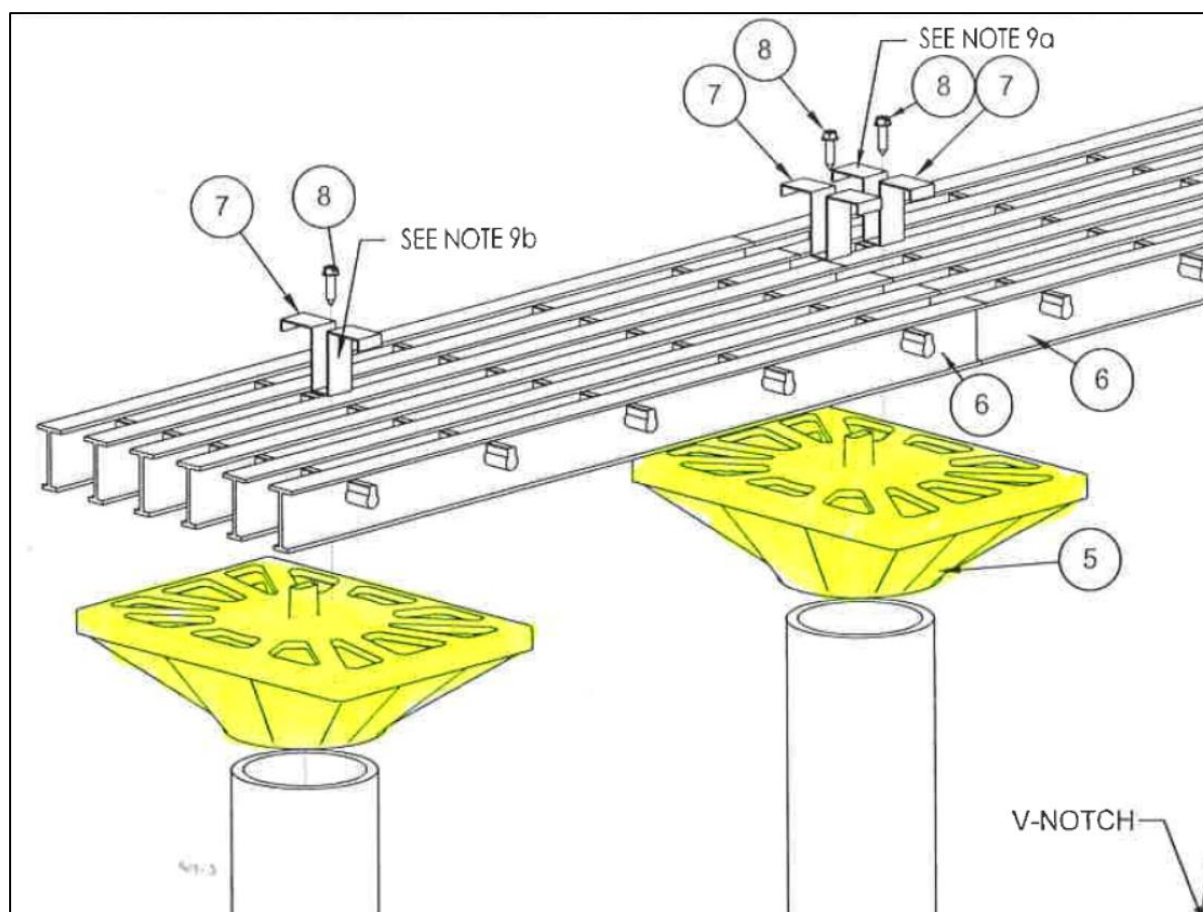


Figura 5-57: Modelo de puesta de tapas encima de puntales de PVC de 4"

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

Limpiamos y aplicamos según el procedimiento el pegamento para proceder a poner las tapas o pilares.

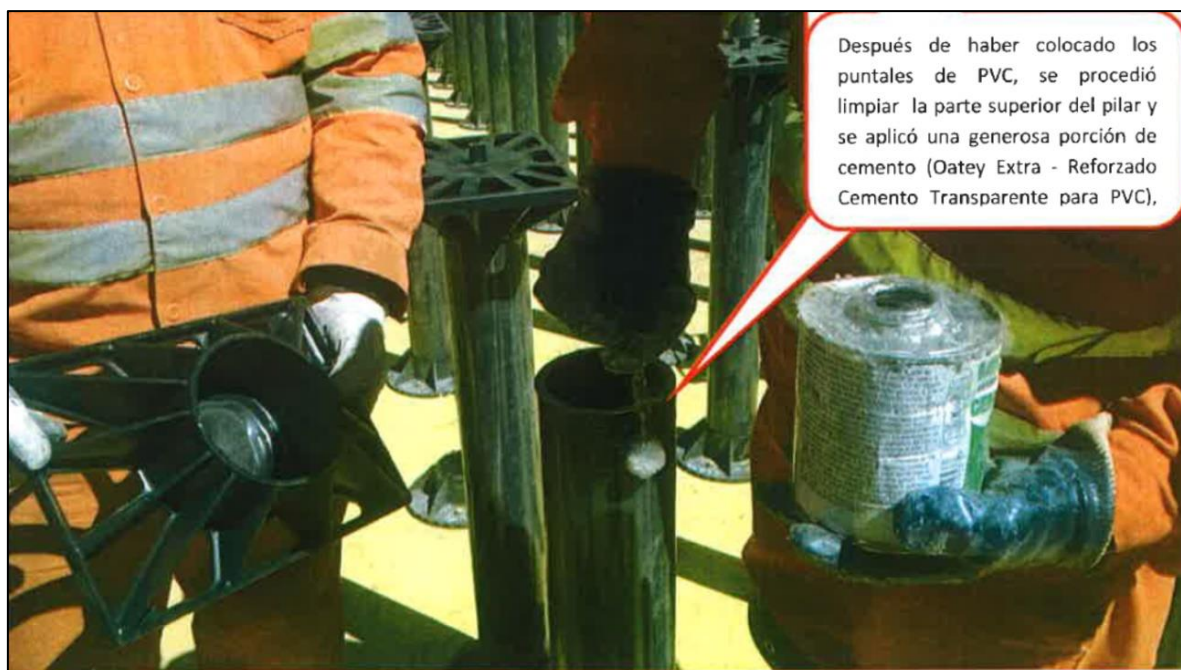


Figura 5-58: Vista de pegado de puntales a tapas tanque N°1.

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

Se verifica el alineamiento de las tapas o pilares que estén rectos según medición.



Figura 5-59: Vista de alineamiento de tapas encima de puntales tanque N°1.

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.



Figura 5-60: Nivelación de tapas o pilares tanque N° 1

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

Puesta del FRP, lo hacemos según lo especificado son 200 planchas de FRP planificadas por tanque, 146 enteros y 47 planchas enteras para esquinas de todo el tanque

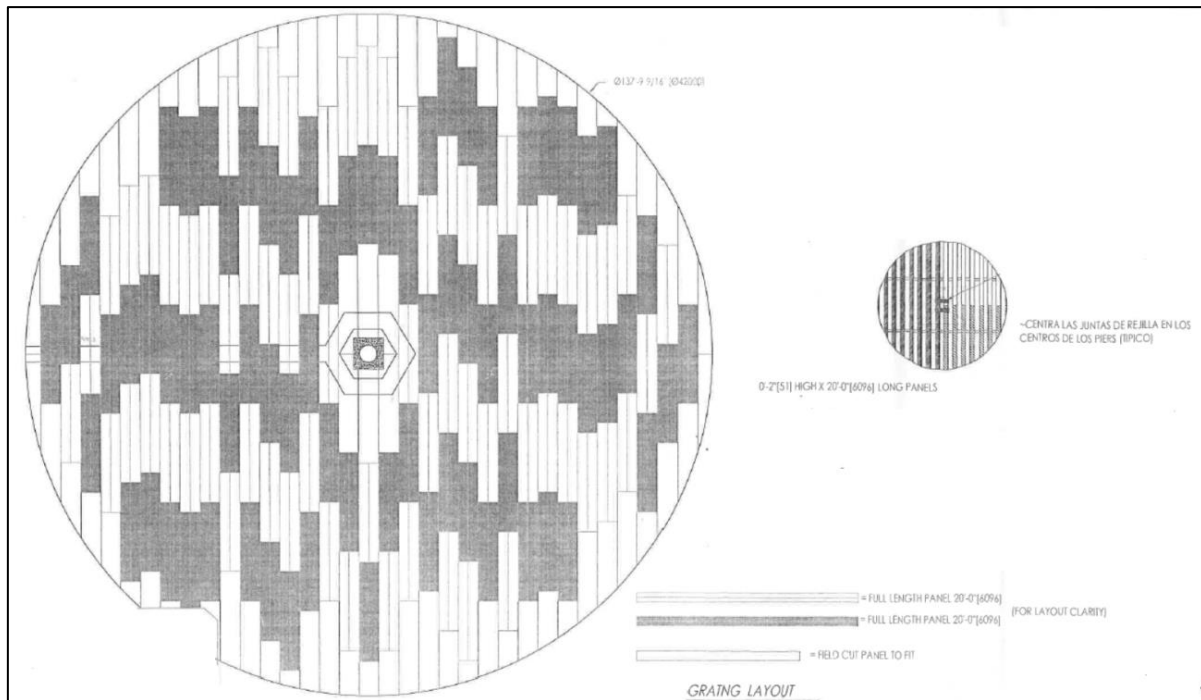


Figura 5-61: Modelo de ubicación de FRP, de acuerdo a columna.

Fuente: Área mecánica empresa Skanska.

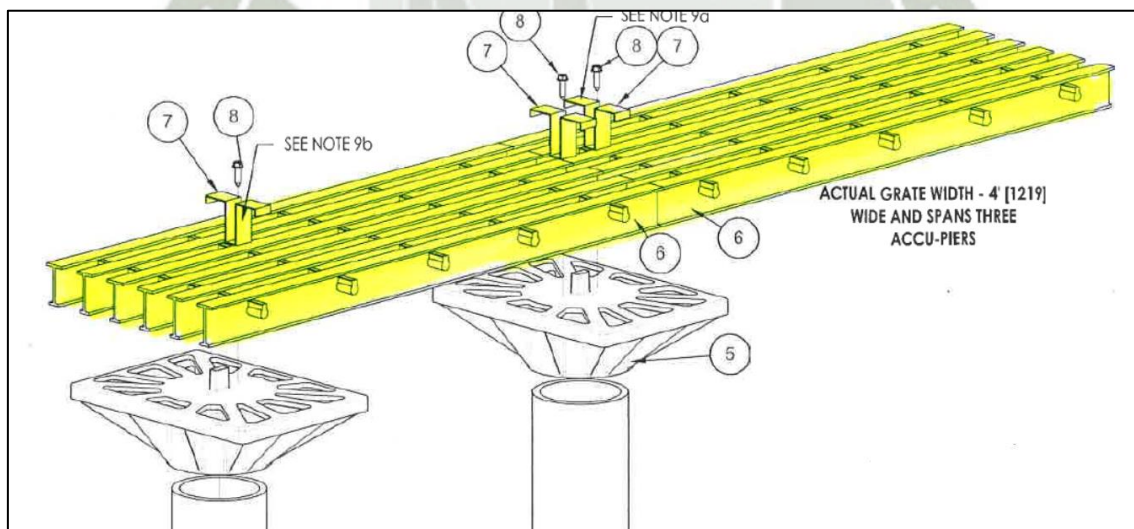


Figura 5-62: Detalle de ubicación de FRP.

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

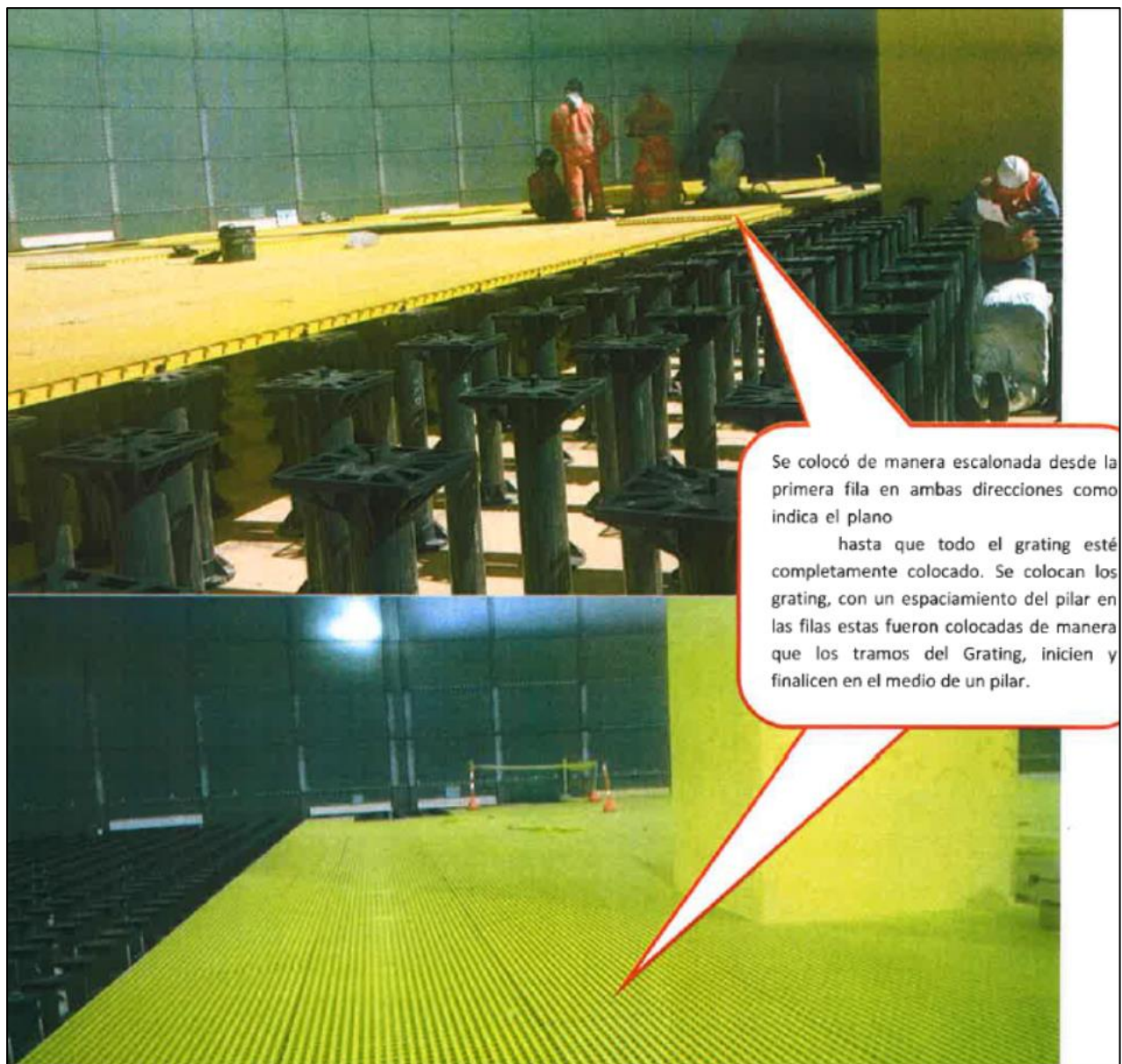


Figura 5-63: Vista de montaje de FRP en tanque N° 1.

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

- Para las esquinas, cortamos de acuerdo a la ubicación en la figura siguiente

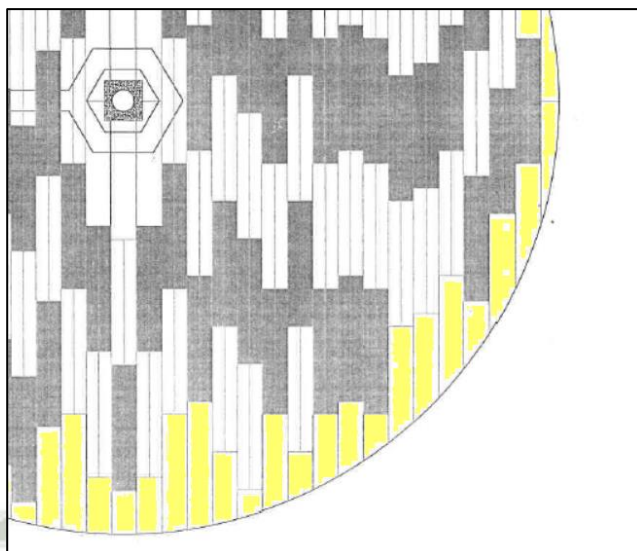


Figura 5-64: Modelo de esquinas de FRP, para realizar corte de esquinas.

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.



Figura 5-65: Vista de corte de esquinas de FRP de acuerdo a modelo mostrado en Tanque N°1.

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

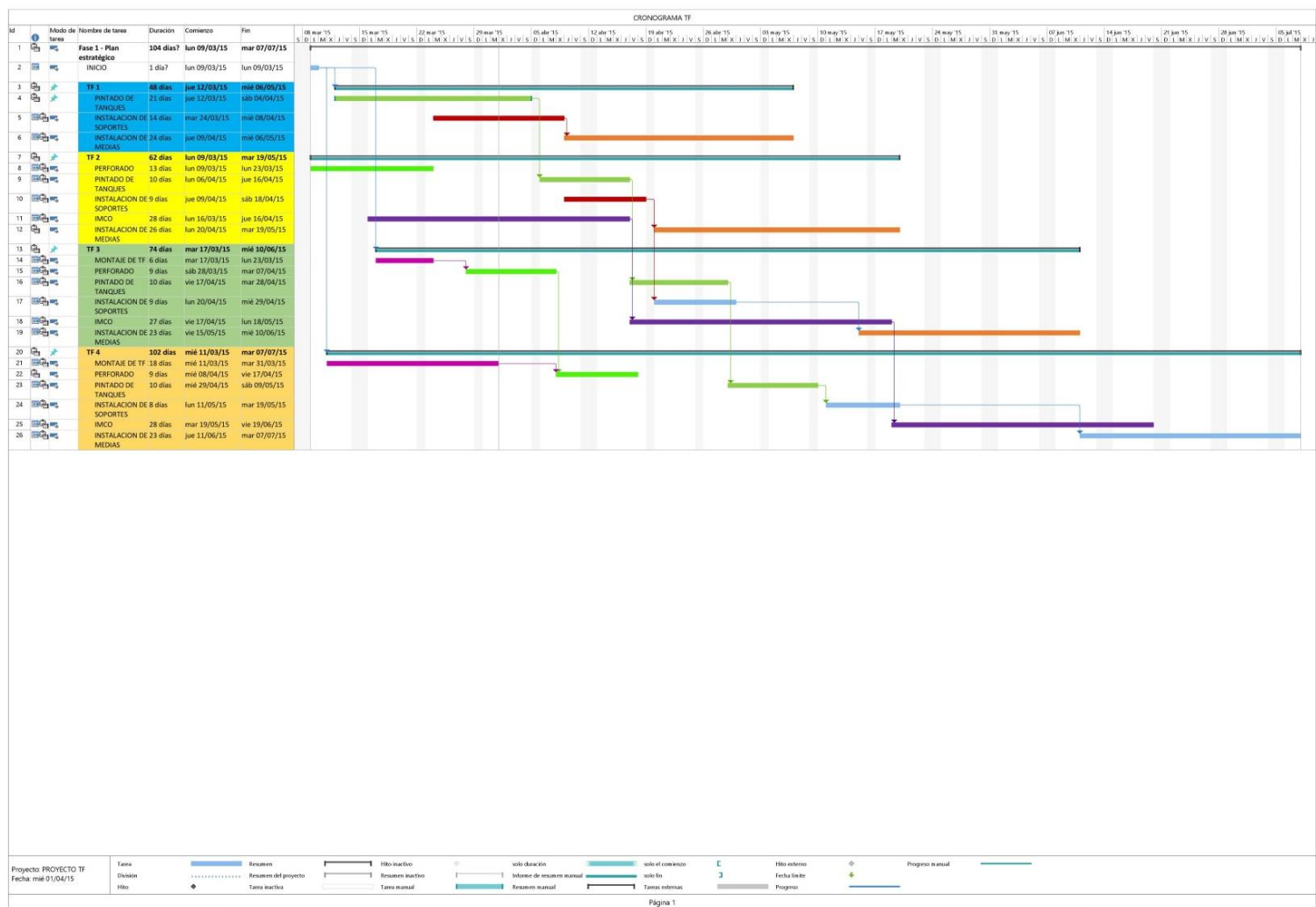
Interpretación: En este avance de tiempos real vemos que tenemos atraso pero también tenemos una semana en tiempos muertos, en el cronograma planteado debemos empezar el día **24-03-2015 al día 09-04-2015** pero en el avance real tenemos que empezamos el día 06-04-2015 al 20-04-2015 en ese tiempo tenemos atraso pero también tiempos muertos.

5.7.4 Montaje de filtros tanque N° 1

Primero para el montaje de los filtros tenemos que determinar que los medios los entrega un contratista externo, en el **tanque 1** tenemos disponibles por 32200 filtros para poder montarlos.

CRONOGRAMA CRITICO N°2

Se analiza un nuevo cronograma de avance para la construcción de los tanques ahora nos basamos en el montaje de filtros del tanque N° 1.



Construcción 5-42: Cronograma critico de avance N°2.

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

En este cronograma de avance vemos que tenemos que plantear una estrategia nueva de avance para la colocación de los filtros para poder continuar y no generar atraso este cronograma se tiene que mejorar pero por la premura de la necesidad de avance se realizó así.



Construcción 5-43: Estudio de tiempos planeamiento crítico de montaje de medios (filtros) TF N°1

TANQUE 1 PLANEAMIENTO INSTALACION DE MEDIAS						DIA		
1ER VIAJE	TIEMPO SEG.	2DO AL 4TO, 6TO, 8VO, 10MO IZAJE	TIEMPO SEG.	3RO, 5TO, 7MO, 9NO	TIEMPO SEG.	VIAJES	TIEMPO	TOTAL FILTROS
CARGIO DE MEDIAS	27	CARGIO DE MEDIAS	0	CARGIO DE MEDIAS	0	1	120	144
TRASLADO DE MEDIAS	25	TRASLADO DE MEDIAS	0	TRASLADO DE MEDIAS	0	2	43	64
CUADRADO PLAT 1	10	CUADRADO PLAT 1	10	CUADRADO PLAT 1	10	3	68	144
INSTAL DE YUGO JAULA 1	5	INSTAL DE YUGO JAULA 1	5	INSTAL DE YUGO JAULA 1	5	4	43	64
IZAJE DE JAULA 1 A TF 1	7	IZAJE DE JAULA 1 A TF 1	7	IZAJE DE JAULA 1 A TF 1	7	5	68	144
DESCARGA DE JAULA 1	10	DESCARGA DE JAULA 1	10	DESCARGA DE JAULA 1	10	6	43	64
IZAJE DE JAULA 1 A PLATAFORMA 1	6	IZAJE DE JAULA 1 A PLATAFORMA 1	6	IZAJE DE JAULA 1 A PLATAFORMA 1	6	7	68	144
						8	43	64
INSTALAR YUGO A JAULA 2	5	INSTALAR YUGO A JAULA 2		INSTALAR YUGO A JAULA 2	5	TOTAL	8	496
IZAJE DE JAULA 2 A TF1	6	IZAJE DE JAULA 2 A TF1		IZAJE DE JAULA 2 A TF1	6			
DESCARGA DE JAULA 2	8	DESCARGA DE JAULA 2		DESCARGA DE JAULA 2	8			
IZAJE DE JAULA 2 A PLATAFORMA 1	6	IZAJE DE JAULA 2 A PLATAFORMA 1		IZAJE DE JAULA 2 A PLATAFORMA 1	6			
RETIRO DE PLATAFORMA 1	5	RETIRO DE PLATAFORMA 1	5	RETIRO DE PLATAFORMA 1	5			
	120		43		68			
DIAS		NOCHES						
CARGUIO	MIN	CARGUIO	MIN	TOTAL FILTROS				
1	120	1	120	144				
2	43	2	43	64				
3	68	3	68	144				
4	43	TOTAL DE MINUTOS	231	352				
5	68							
6	43			X DIA DIA + NOCHE =				
7	68			TOTAL DE FILTROS=				
8	43			DIAS EN TOTAL POR TANQUE =				
				27.19594595				
TOTAL DE MINUTOS	496							
MINUTOS	HORAS	MINUTOS	HORAS					
480	8	240	4					
510	8.5							

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

Construcción 5-44: Estudio de tiempos planeamiento critico de equipos montaje de medios (filtros) TF N°1

EQUIPOS	
3 JAULAS	
2 CAMIONES	
1 GRUA	
CAPACIDAD DE CAMION 1	144
CAPACIDAD DE CAMION 2	64
CAMION 1	
JAULA 1	80
JAULA 2	64
UNIDADES TOTAL POR IZAJE	144
CAMION 2	
JAULA 2	64
UNIDADES TOTAL POR IZAJE	64

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

Interpretación: En este planeamiento nos damos cuenta que debemos empezar el día jueves 09-04-2015 y terminar el día 06-05-2015 para cumplir con este planeamiento nos damos cuenta que hemos reducido los equipos por contrariedades en la contratación esto disminuyendo el avance por lo tanto tenemos un camión de dos jaulas con un total de 144 filtros en camión 1, en el camión 2 es más pequeño y solo puede llevar una jaula de 64 filtros, trabajando día y de noche, en el día 8 viajes por la noche 3 viajes hay que recordar que en el día tenemos 8.5 horas de trabajo continuo y en la noche 4 horas de trabajo continuo a continuación el avance real.

Construcción 5-45: Resultado real montaje de medios (filtros) tanque N°1

MONTAJE DE FILTROS				
	TANQUE 1	CAMIONES TURNO DIA		CANTIDAD
	FECHA	144	64 NOCHE	TOTAL POR DIA
JUEVES	09/04/2015			
VIERNES	10/04/2015			
SABADO	11/04/2015			
DOMINGO	12/04/2015			
LUNES	13/04/2015			
MARTES	14/04/2015			
MIÉRCOLES	15/04/2015			
JUEVES	16/04/2015			
VIERNES	17/04/2015			
SABADO	18/04/2015	3		432
DOMINGO	19/04/2015	5		720
LUNES	20/04/2015	5		720
MARTES	21/04/2015	4	1	640
MIÉRCOLES	22/04/2015	7		1008
JUEVES	23/04/2015	11		1584
VIERNES	24/04/2015	10	1	1504
SABADO	25/04/2015	6		864
DOMINGO	26/04/2015	6		864
LUNES	27/04/2015	10	4	1696
MARTES	28/04/2015	9	4	2012
MIÉRCOLES	29/04/2015	8	4	2401
JUEVES	30/04/2015	9	3	2176
VIERNES	01/05/2015	11	3	2801
SABADO	02/05/2015			0
DOMINGO	03/05/2015			0
LUNES	04/05/2015	6	2	1408
MARTES	05/05/2015	8	4	2320
MIÉRCOLES	06/05/2015	11	1	2840
JUEVES	07/05/2015	8	6	2801
VIERNES	08/05/2015	8	2	2336
SABADO	09/05/2015			664
				664
				TOTAL
				31791

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

Interpretación: En este caso nos damos cuenta que empezamos tarde el avance, como es el tanque N°1 se tiene desconocimiento en cuanto al cuadro de los camiones en la ruta de ubicación para que sea más rápido el montaje de los filtros, por eso la demora de los primeros días, en los días siguientes vemos que se trata de alcanzar lo planificado a veces aumentado la producción o manteniendo el numero por día en las noches también se logran hacer 4 viajes en vez de tres como es lo planificado, en el resultado final tenemos como indicador -3 días, aun manteniéndonos en fecha.

Empezamos por poner la capa 1 de color dorado de manera escalonada en ambas direcciones como indica la figura,

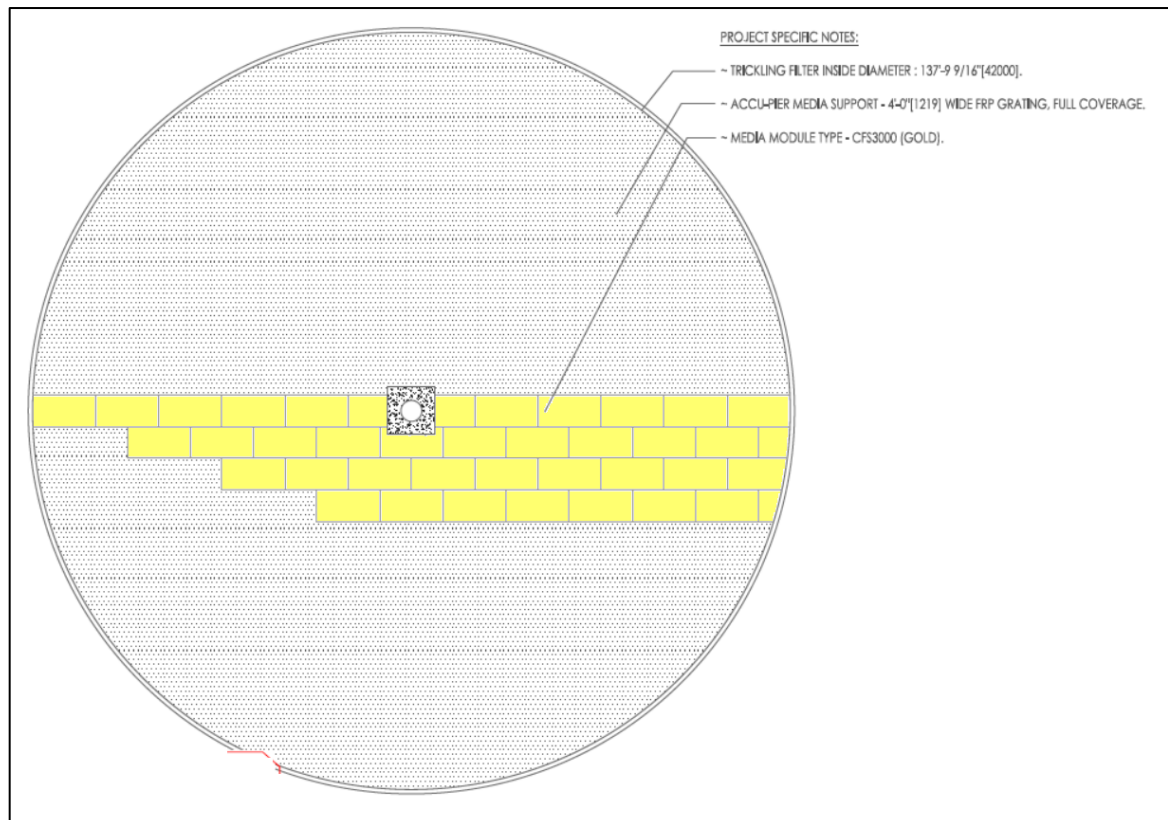


Figura 5-66: Modelo de ubicación montaje de filtros capa 1.

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

- Se coloca los filtros de acuerdo al color que indica la figura

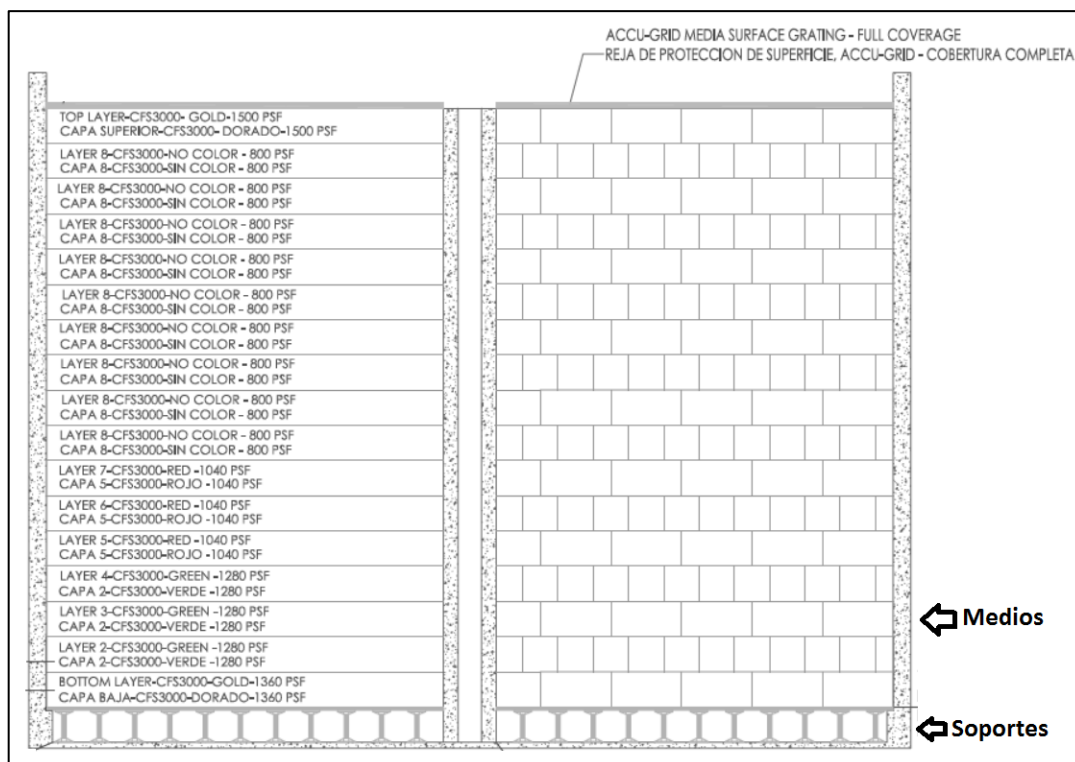


Figura 5-67: Modelo y tabla de colores a utilizar en montaje de tanques percoladores.

Fuente: Área mecánica empresa Skanska.

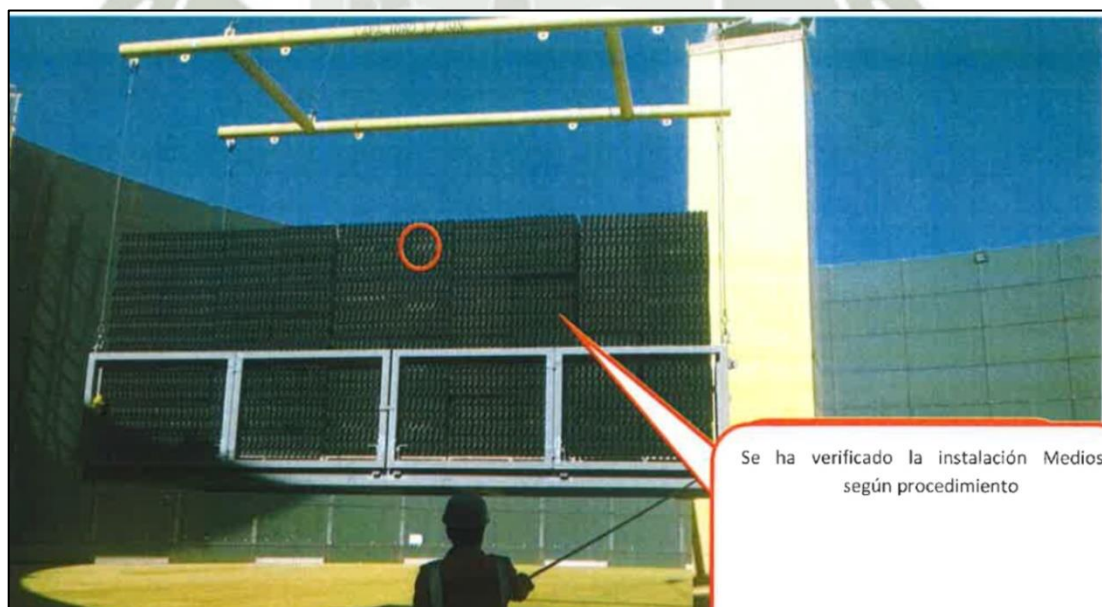


Figura 5-68: Vista de entrada de primera jaula capa 1 en tanque N°1.

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

Después de que la primera jaula llega al tanque deja los filtros en el FRP después son apilados de manera rápida, después el personal ubica los filtros de acuerdo a su ubicación como muestra la “Figura 5-69: Vista de entrada de primera jaula capa 1 en tanque N°1”

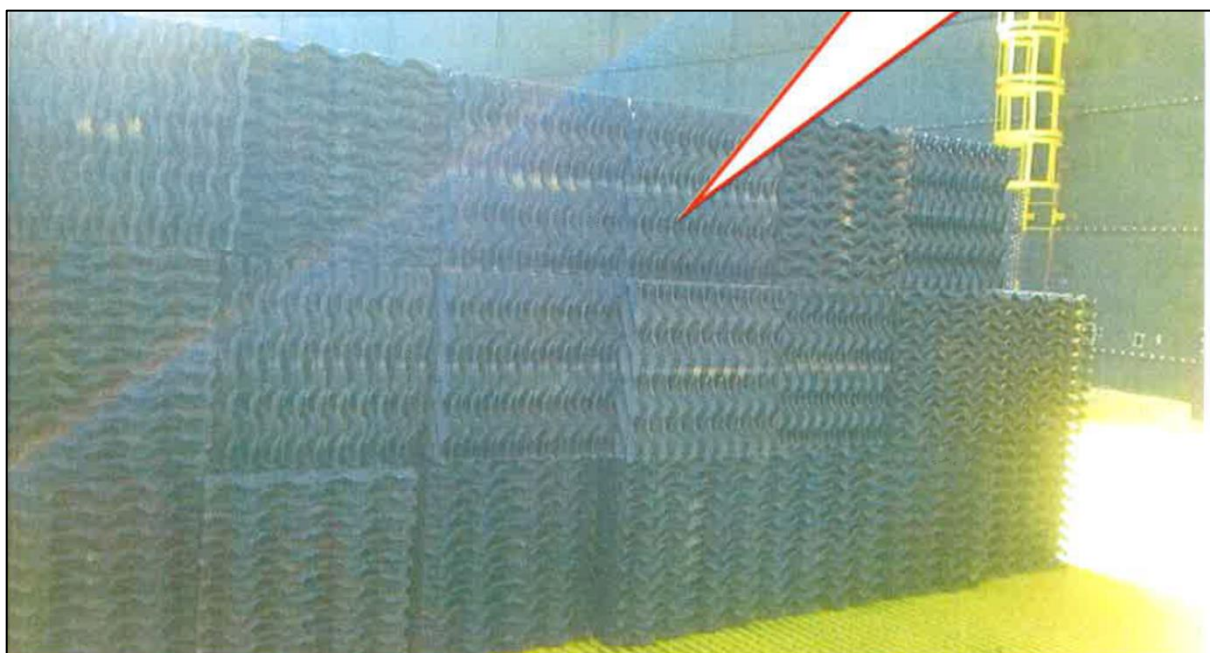


Figura 5-70: Vista de apilamiento de filtros de primera jaula en tanque N°1.

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

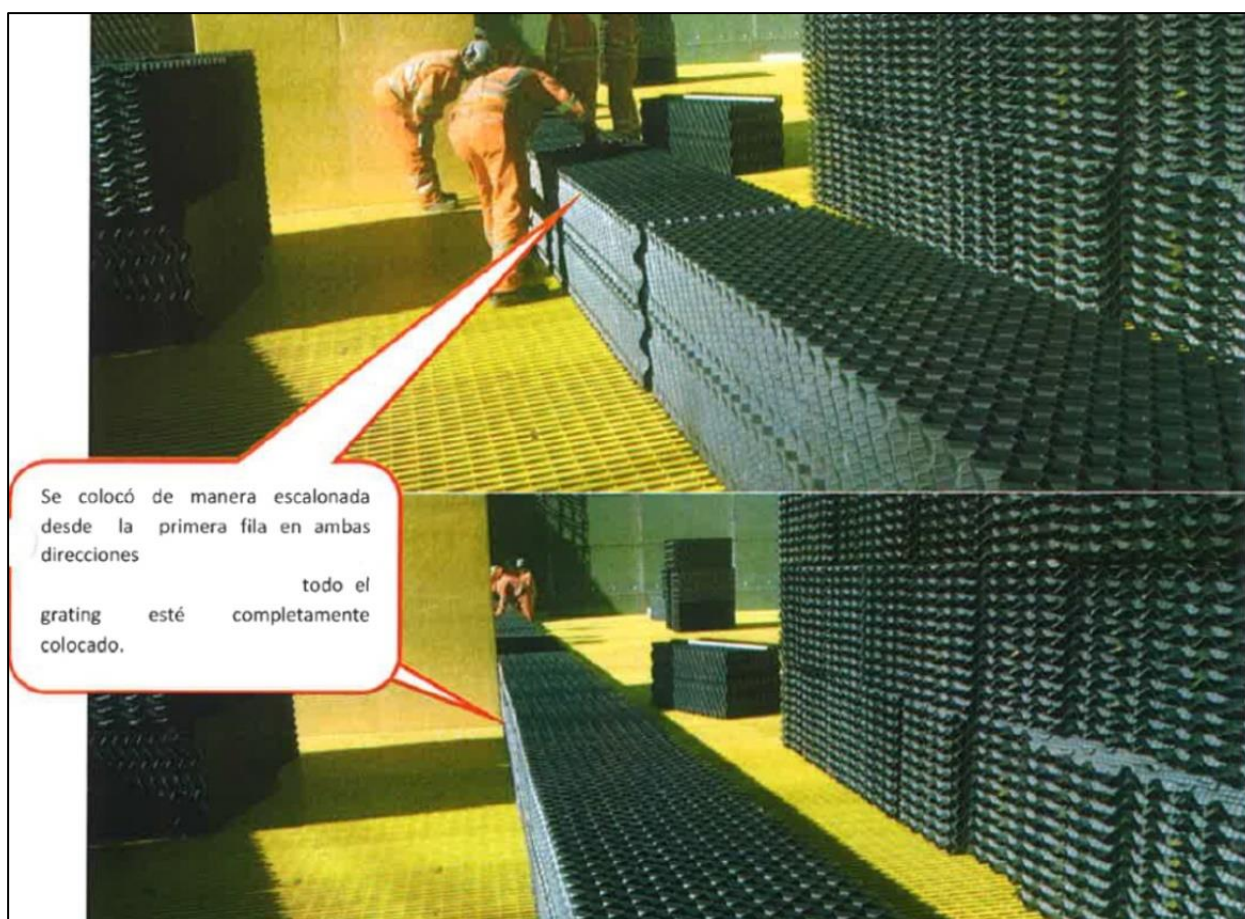


Figura 5-71: Vista de montaje capa 1 de medios (filtros) tanque N°1.

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.



Figura 5-72: Vista de montaje de medios (filtros) empezando de la columna al final tanque N°1.

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.



Figura 5-73: Vista de montaje de medios (filtros) intercambio del yugo a la jaula vacía tanque N°1.

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

En esta parte vemos como se da el intercambio del yugo de la jaula llena a la jaula vacía para que esta sea izada y utilizar el tiempo de intercambio para vaciar la jaula dos hasta que entre la otra jaula llena y así continuar con el mismo procedimiento.

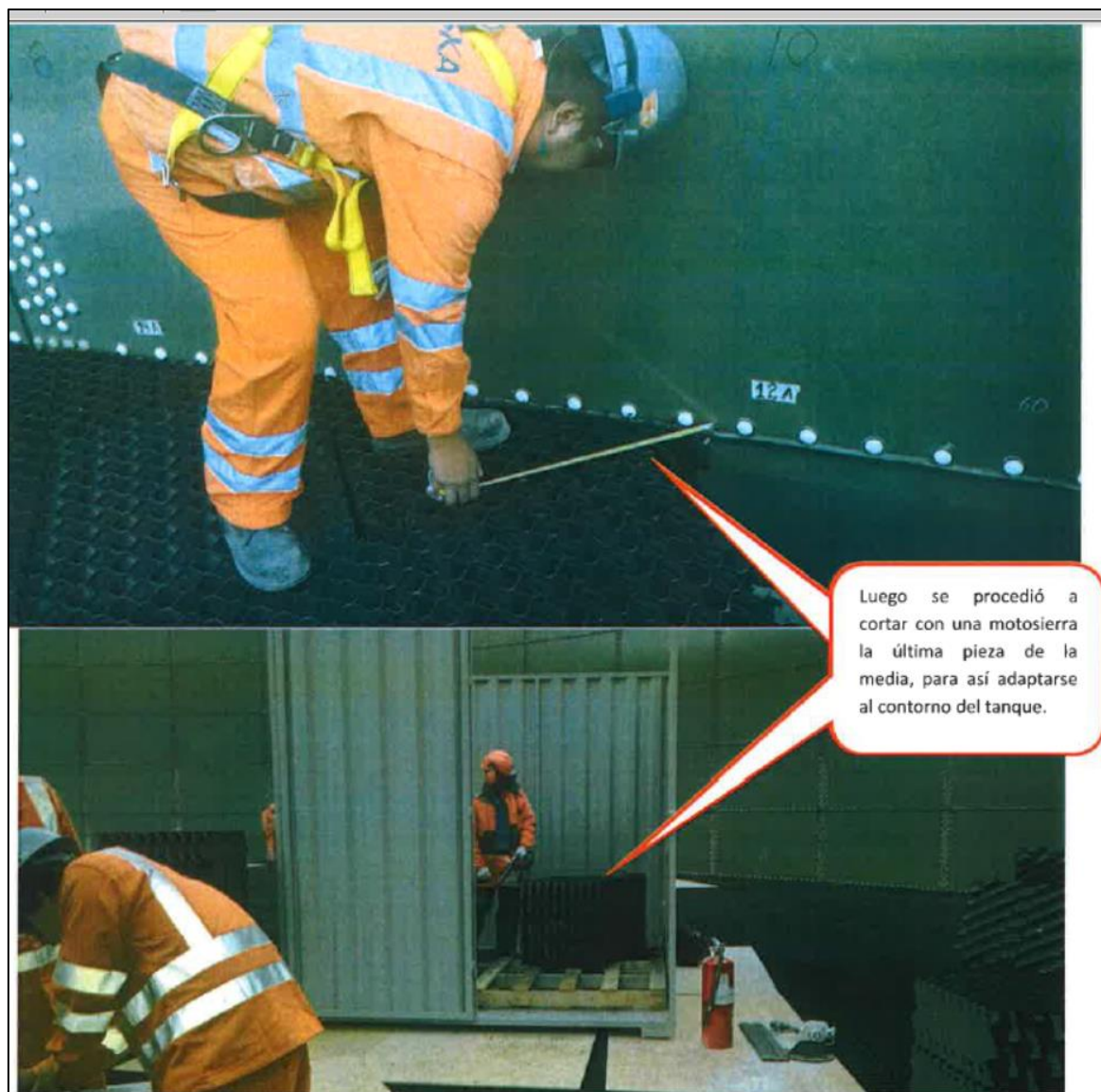


Figura 5-74: Vista de montaje de medios (filtros) corte de filtros para esquinas tanque N°1.

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

Aquí se procede a medir a cortar el filtro para que sea introducido en el lugar que falta por llenar.

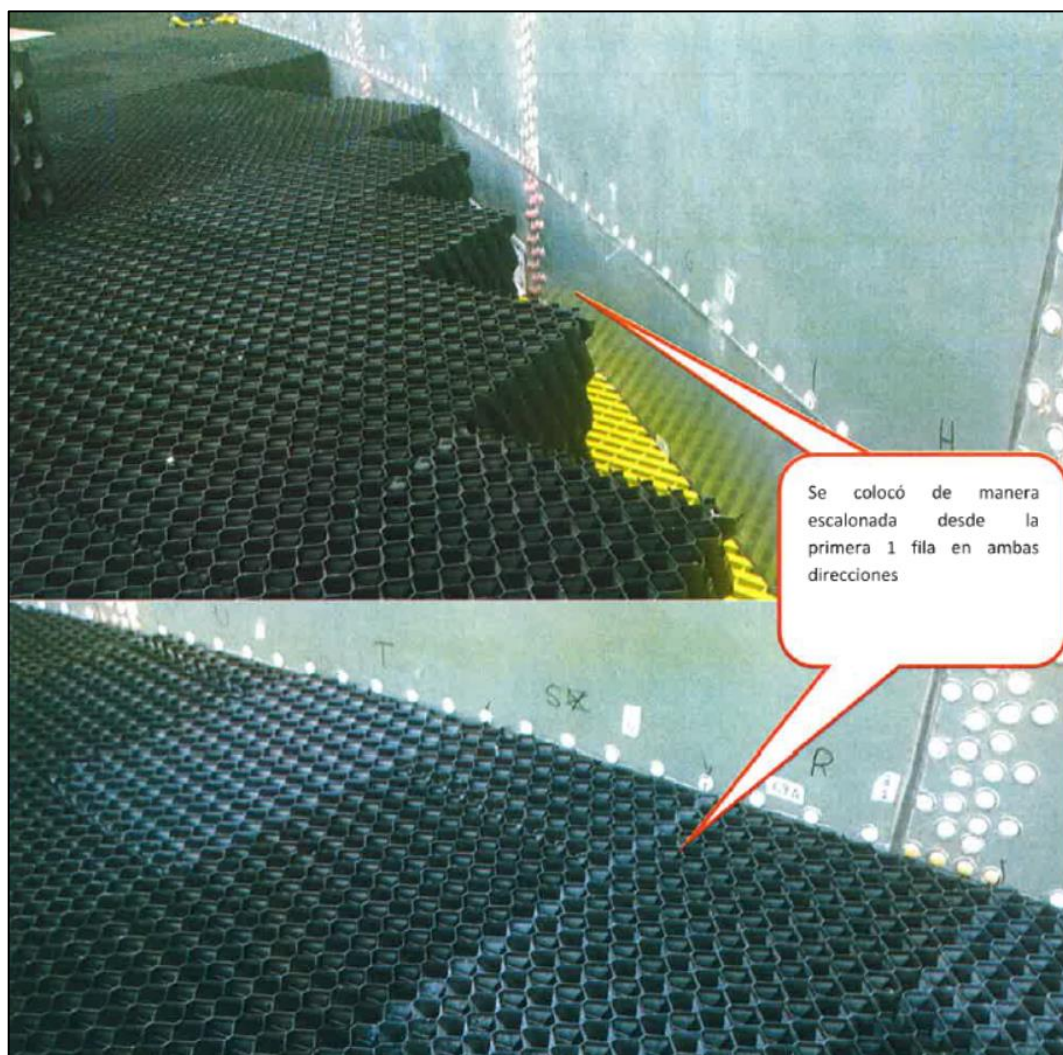


Figura 5-75: Vista de montaje de medios (filtros) empezando de la columna al final vista escalonada y vista terminado tanque N°1.

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

Para la siguiente capa la colocación de los filtros es de esta manera.

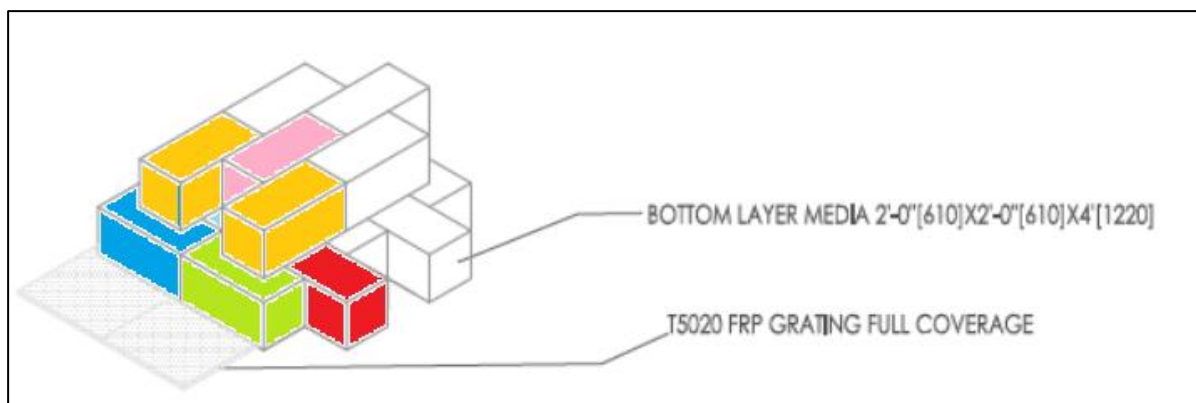


Figura 5-76: Modelo de Colocación de filtros, paralelos entrelazados.

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

Hay que recordar que en la puesta de la segunda capa en adelante se tiene que caminar con cuidado y poner madera para no caminar directamente y no malograr los filtros.

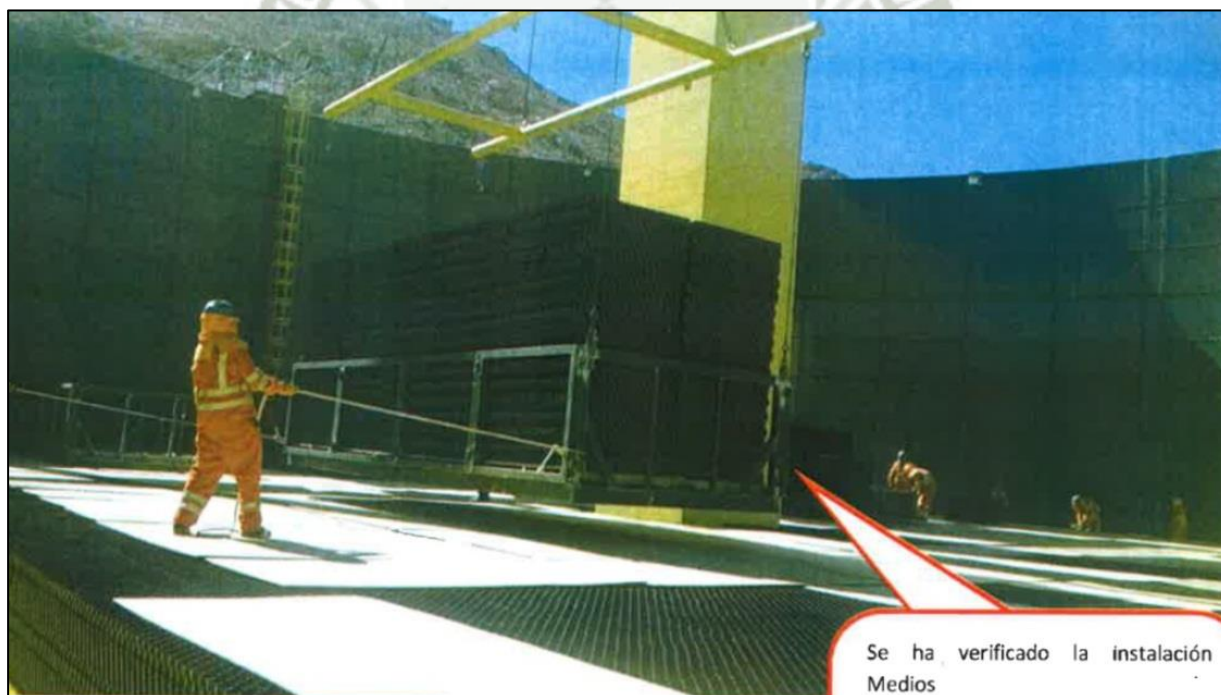


Figura 5-77: Vista de montaje de medios (filtros) capas superiores y protección de filtros en montaje tanque N°1.

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

- Como recordamos se debe proteger el filtro del peso que soporta por lo tanto debe de ponerse madera para caminar encima y que no se hunda como sabemos son medios plásticos.



Figura 5-78: Vista de montaje de medios (filtros) modo escalonado capas superiores tanque N°1.

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

Aquí mostramos como es un Izaje.

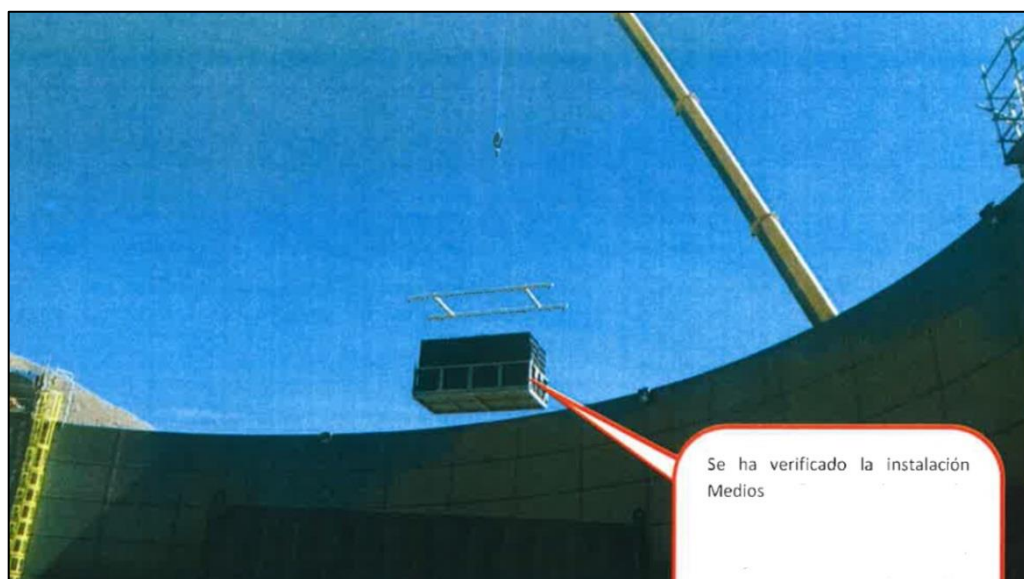


Figura 5-79: Vista de montaje de medios (filtros) vista de izaje de jaula tanque N°1.

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.



Construcción 5-46: Tanque N° 1 terminado.

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

5.8 CONSTRUCCION MECANICA TANQUE N° 2.



Construcción 5-47: Cronograma de planeamiento general Tanque percolador N° 2.

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

El montaje de los tanques posteriores N°2, N°3, N°4 son iguales lo que varía es la estrategia de trabajo para el montaje y tratar de cumplir con el cronograma general de avance.

5.8.1 Montaje de Tanque percolador N°2

- En el tanque N°2 vemos que debemos empezar la construcción del tanque según nuestro cronograma general el día 26-01-2015 al miércoles 04-03-2015 en este tanque empezamos antes el día 23-01-2015 al 05-03-2015. Teniendo en nuestro indicador de avance **-1**



Construcción 5-48: Planeamiento esperado VS resultado real montaje de tanque permastor N°2.

TF 2		PLANEADO			REAL		
		PLACAS	# ANILLO	% AVANCE PLANEADO	PLACAS	# ANILLO	% AVANCE REAL
VIERNES	23/01/2015			0			0
SABADO	24/01/2015			0	25		5.6
DOMINGO	25/01/2015			0	25	9	11.1
Lunes	26/01/2015			0			11.1
MARTES	27/01/2015	25		5.6			11.1
MIÉRCOLES	28/01/2015	25	9	11.1			11.1
JUEVES	29/01/2015	25		16.7			11.1
VIERNES	30/01/2015	25	8	22.2			11.1
SABADO	31/01/2015	25		27.8			11.1
DOMINGO	01/02/2015			27.8			11.1
LUNES	02/02/2015	25	7	33.3			11.1
MARTES	03/02/2015	25		38.9			11.1
MIÉRCOLES	04/02/2015	25	6	44.4			11.1
JUEVES	05/02/2015	25		50			11.1
VIERNES	06/02/2015	25	5	55.6			11.1
SABADO	07/02/2015	25		61.1	15		14.4
DOMINGO	08/02/2015			61.1			14.4
LUNES	09/02/2015	25	4	66.7	15		17.8
MARTES	10/02/2015	25		72.2	20	8	22.2
MIÉRCOLES	11/02/2015	25	3	77.8	25		27.8
JUEVES	12/02/2015	25		83.3	25	7	33.3
VIERNES	13/02/2015	25	2	88.9			33.3
SABADO	14/02/2015	25		94.4	20		37.8
DOMINGO	15/02/2015			94.4			37.8
LUNES	16/02/2015	25	1	100	20		42.2
MARTES	17/02/2015				10	6	44.4
MIÉRCOLES	18/02/2015				25		50
JUEVES	19/02/2015				25	5	55.6
VIERNES	20/02/2015				20		60
SABADO	21/02/2015				10		62.2
DOMINGO	22/02/2015						62.2
LUNES	23/02/2015				20	4	66.7
MARTES	24/02/2015				25		72.2
MIÉRCOLES	25/02/2015				25	3	77.8
JUEVES	26/02/2015						77.8
VIERNES	27/02/2015				25		83.3
SABADO	28/02/2015				25	2	88.9
DOMINGO	01/03/2015						88.9
LUNES	02/03/2015						88.9
MARTES	03/03/2015				20		93.3
MIÉRCOLES	04/03/2015				20		97.8
JUEVES	05/03/2015				10	1	100
LUNES	09/03/2015				ventanas		
LUNES	16/03/2015				Borde interior del tanque pegado		
		450		TOTAL	450	FALTA	0

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

En esta figura vemos el anillo 9 si es por montaje de andamios viene a ser la capa 1 puesta en el tanque

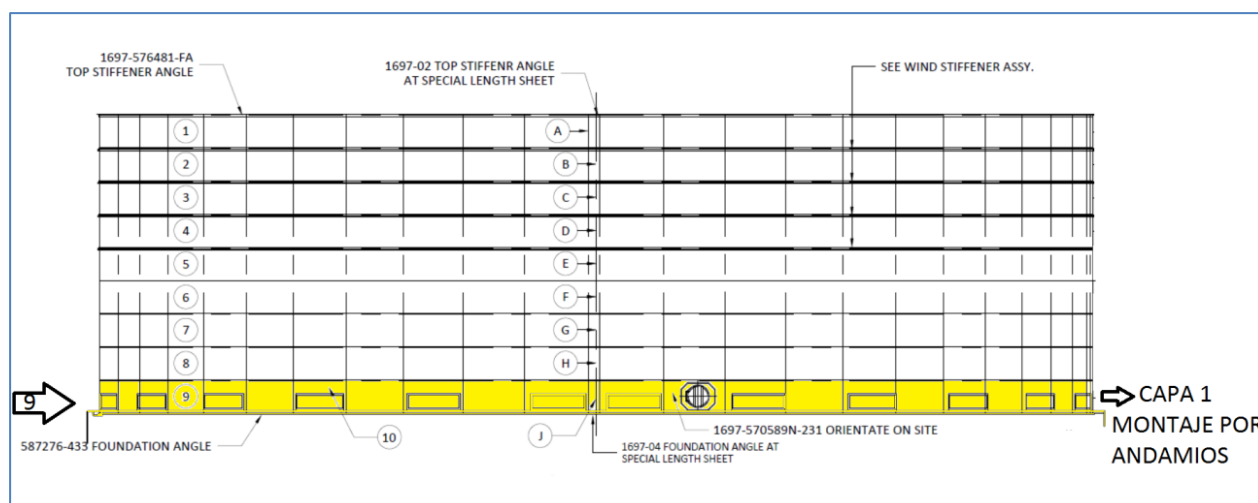


Figura 5-80: Modelo de montaje por andamios de tanque permastor.

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

Resumen: el montaje es atípico en los cuatro tanques tienen las mismas dimensiones, altura, material de construcción son tanques iguales, el montaje del tanque N° 1 es igual al tanque N°2.

En el tanque N° 2, tenemos problemas con el material en el montaje, el material por mala maniobra es deteriorado por los trabajadores y necesita ser reparado como muestra a continuación en la figura esta reparación es un tiempo extra por lo tanto es un retraso en la construcción.

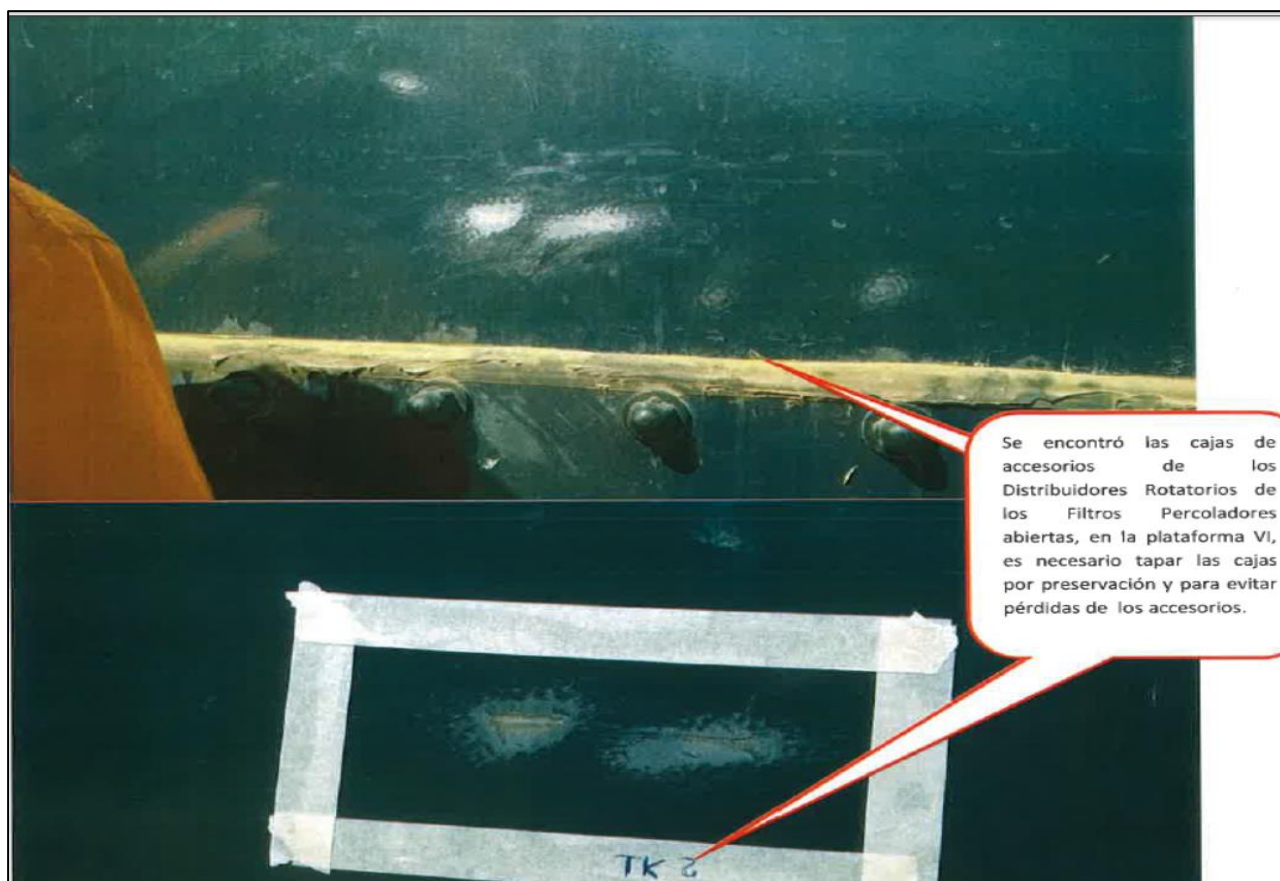


Figura 5-81: Observaciones de errores de montaje de tanque N°2.

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

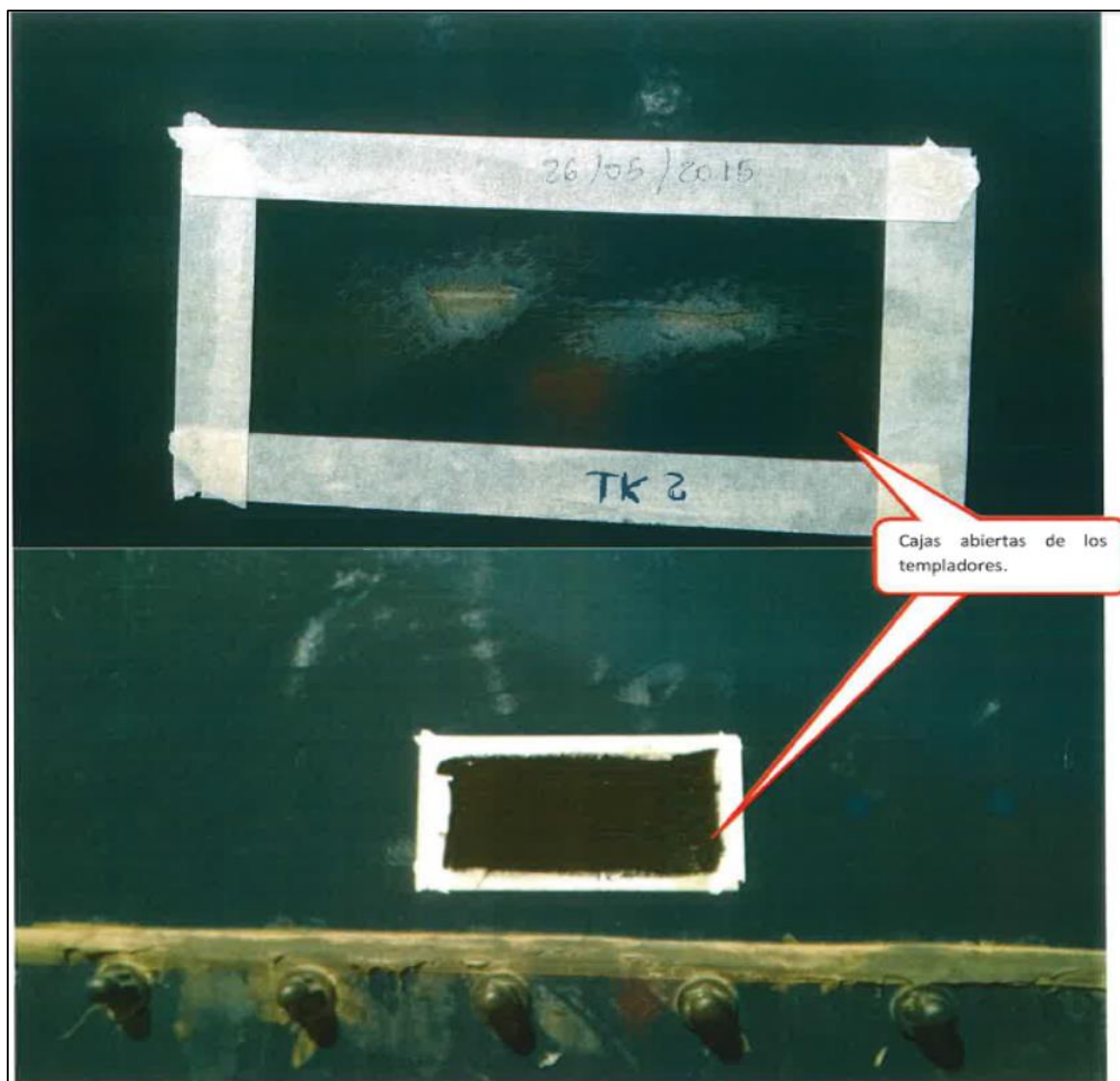


Figura 5-82: Observaciones de corrección de error de montaje de tanque N°2.

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

5.8.2 Recubrimiento de tanque N° 2

En este caso ya aplicamos el cronograma critico como mostramos en la figura “Cronograma critico de avance N°2” empezando el día 06-04-2015 al día 16-04-2015, a continuación mostramos el avance real de avance.

Construcción 5-49: Resultado real aplicación de recubrimiento tanque N°2.

CONTROL DE RECUBRIMIENTO TF 2				
DIA		REAL M2	ACUMULADO	% AVANCE
LUNES	06/04/2015	0	0	0%
MARTES	07/04/2015	0	0	0%
MIERCOLES	08/04/2015	0	0	0%
JUEVES	09/04/2015	345	345	22%
VIERNES	10/04/2015	348	693	44%
SABADO	11/04/2015	345	1038	66%
DOMINGO	12/04/2015	0	1038	66%
LUNES	13/04/2015	348	1386	88%
MARTES	14/04/2015	0	1386	88%
MIERCOLES	15/04/2015	96	1482	94%
JUEVES	16/04/2015	0	1482	94%
VIERNES	17/04/2015	88	1570	100%
TOTAL		100%	1570	

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

Construcción 5-50: Resultado real control de avance por día de aplicación de recubrimiento tanque N°2.

L	M	M	J	V	S	D
06/04/2015	07/04/2015	08/04/2015	09/04/2015	10/04/2015	11/04/2015	12/04/2015
TRASLADO	LIMPIEZA	2A1 510	2A1 760	2A2 1340/760	2A3 760	2A4 510/1340
DE TANQUE	DELIMITACIO	2A1 1340	2A2 510	2A3 510/1340		
	SOLETEO					
	REPARTO					
TANQUE 2			A1 TERMINO	A2 TERMINO	A3 TERMINO	
L	M	M	J	V	S	D
13/04/2015	14/04/2015	15/04/2015	16/04/2015	17/04/2015	18/04/2015	19/04/2015
2A4 760	REPARACION	2C 1340	2CAN 510	2CAN 1340		
	TANQUE 1	2C 760		2CAN 760		
	2C 510					
A4 TERMINO		COLUM TERM		TERMINO TF#02		
				CANAL TERM		

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

Construcción 5-51: Áreas trabajadas finales en aplicación de recubrimiento tanque N°2.

TANQUE 2
2A1= 348M2
2A2= 345M2
2A3= 348M2
2A4= 345M2
C= 96M2
CANAL=88M2
TOTAL = 1570M2
CAPA 1= 510
CAPA2= 1340
CAPA 3= 760

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

En este estudio de tiempos planteamos que se trabaje por cuadrantes, en este caso la contratista que se encarga del recubrimiento toma lo indicado realizando su trabajo de esta manera para cumplir con el objetivo, como recordamos en el tanque N°1 el recubrimiento el trabajo realizado es como lo quiere la contratista externa por eso hay un déficit en cumplimiento de los objetivos.

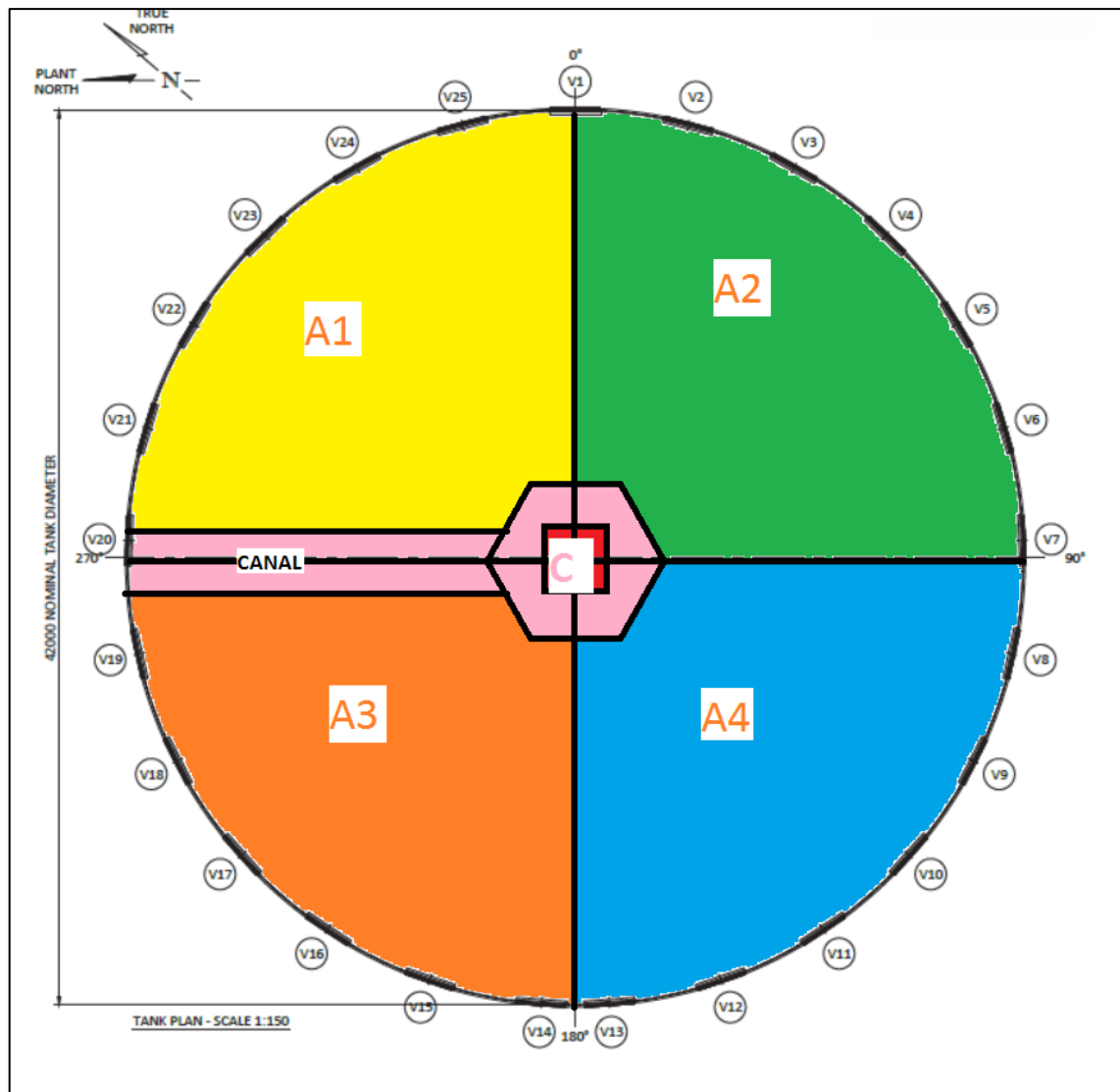


Figura 5-83: Modelo indicado para avance de recubrimiento de cobertura tanque N°2.

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

Interpretación: en este caso vemos que el cronograma se cumple tenemos en el indicador -1 (días en contra de cronograma critico)

5.8.3 Montaje de soportes tanque N° 2

En el montaje del tanque dos trabajamos de acuerdo a un nuevo cronograma como mostramos en la figura “**Cronograma critico de avance N°2**” aquí en la siguiente figura mostramos el avance real, según el cronograma critico de avance N°1

Tenemos este planeamiento en cuanto al montaje de soportes

Construcción 5-52: Estudio de tiempos planeamiento critico de montaje de soportes TF N°2.

INSTALACION DE SOPORTES			
TOTAL DE PEDESTALES POR TANQUE	CANTIDAD	3825	
TOTAL DE HORAS TRABAJADAS X DIA	TIEMPO	9 hrs	540 min
TRABAJO PARALELO			
INSTALACION DE BASE SUPERIOR	TIEMPO		TUBO DE 4"
RETIRO DE PROTECTORES	Seg.	30	MEDICION Y CORTE DE TUBO DE 4"
LIMPIEZA	Seg.	30	TOTAL DE GRUPO DE TRABAJO
INSTALACION DE PLACA INFERIOR BASE INF.	Seg.	60	Total de trabajo por dia total
INSTALACION DE PLACA SUPERIOR BASE	Seg.	60	CANTIDAD DE DIAS POR TANQUE
	Total en Seg.	180	
	Total en Min.	3.0	
TRABAJO POR GRUPO EN UN DIA (grupo x 2p =Op.+Of.)	UND	180	
TOTAL DE GRUPO DE TRABAJO	GRUPOS	7	
Total de trabajo por dia total	UND	1260	
CANTIDAD DE DIAS POR TANQUE	DIAS	3.04	
INTALACION DE TUBO DE 4"	Seg.	120	
INSTALACION DE BASE SUPERIOR	Seg.	60	
	Total en Seg.	180	
	Total en Min.	3	
TRABAJO POR GRUPO EN UN DIA (grupo x 2p =Op.+Of.)	UND	180	
TOTAL DE GRUPO DE TRABAJO	GRUPOS	7	
Total de trabajo por dia total	UND	1260	
CANTIDAD DE DIAS POR TANQUE	DIAS	3.03571429	

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

En este caso el planeamiento cambia ya que aumentaremos la mano de obra de 5 grupos en un inicio aumentamos dos grupos más, ya que como estamos con tiempo en contra tenemos que acabar tiempo antes.

Construcción 5-53: Planeamiento esperado VS resultado real montaje de soportes tanque N°2.

		BESES INFERIORES				CORTE DE TUBOS	TUVOS + TAPAS		TUVOS		TAPAS		FRP			
		PRONOSTICADO		REAL		PRONOSTICADO	PRONOSTICADO		REAL		REAL		PRONOSTICADO		REAL	
		X DIA	ACUMULADO	X DIA	REAL	ACUMULADO	CORTE	X DIA	ACUMULADO	X DIA	REAL	ACUMULADO	X DIA	ACUMULADO	X DIA	ACUMULADO
JUEVES	09/04/2015	630	630													
VIERNES	10/04/2015	630	1260													
SABADO	11/04/2015	1260	2520				765									
DOMINGO	12/04/2015															
LUNES	13/04/2015	1260	3780				765	630	630							
MARTES	14/04/2015	45	3825				765	630	1260							
MIERCOLES	15/04/2015			65	65		765	630	1890				35	35		
JUEVES	16/04/2015			60	125		765	1260	3150				50	85		
VIERNES	17/04/2015			550	675			675	3825				50	135		
SABADO	18/04/2015			247	922								50	185		
DOMINGO	19/04/2015			0	922								0			
LUNES	20/04/2015			774	1696								15	200		
MARTES	21/04/2015			435	2131											
MIERCOLES	22/04/2015			320	2451				75	75						
JUEVES	23/04/2015			338	2789				254	329						
VIERNES	24/04/2015			473	3262				423	752						
SABADO	25/04/2015			0	3262				0	752						
DOMINGO	26/04/2015			0	3262				0	752						
LUNES	27/04/2015			457	3719				647	1399	607	607				
MARTES	28/04/2015			0	3719				492	1891	715	1322				
MIERCOLES	29/04/2015			0	3719				0	1891	0	1322				
JUEVES	30/04/2015			0	3719				1714	3605	598	1920				
VIERNES	01/05/2015			0	3719				22	3627	1707	3627				
SABADO	02/05/2015			0	3719				0	3627	0	3627				
DOMINGO	03/05/2015			0	3719				0	3627	0	3627				
LUNES	04/05/2015			0	3719				0	3627	0	3627			22	22
MARTES	05/05/2015			0	3719				0	3627	0	3627			62	84
MIERCOLES	06/05/2015			0	3719				0	3627	0	3627			0	84
JUEVES	07/05/2015			0	3719				0	3627	0	3627			42	126
VIERNES	08/05/2015			0	3719				0	3627	0	3627			45	171
SABADO	09/05/2015			81	3800				173	3800	172	3799			28	199
DOMINGO	10/05/2015										0	3799			0	199
LUNES	11/05/2015										0	3799			0	199
MARTES	12/05/2015										1	3800			1	200

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

Interpretación: En este caso nosotros debimos empezar el día **9/04/2015** al **18/04/2015** un total de 10 días laborables, pero nos damos cuenta no resulta así en nuestro acumulado real empezamos el día 15-04-2015 según muestra nuestro cronograma pero terminamos el día 12-05-2015 dándonos cuenta que en el indicador tenemos **días en contra** pero si vemos el cronograma tenemos

s muchos tiempos muertos de avance.

5.8.4 Montaje de filtros tanque N° 2

Primero para el montaje de los filtros tenemos que determinar que los filtros los entrega un contratista externo, en el **tanque 2** tenemos que tomar en cuenta el avance por fecha de entrega de los filtros por el contratista externo.

Tabla. Entrega de filtros para construcción.

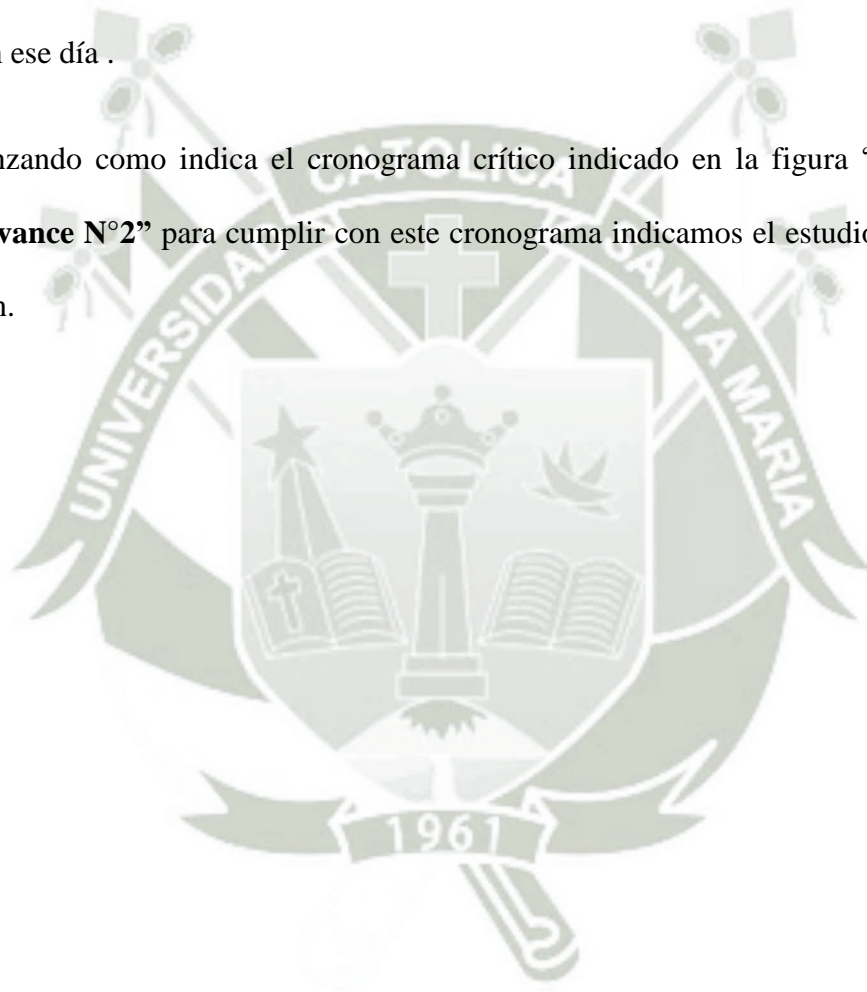
Construcción 5-54: Fechas de entrega de filtros para montaje por contratista.

IMCO					
	INICIO	CANTIDAD DE DIAS	FINAL PARCIAL	- DOMINGO	FINAL TOTAL
TF 2	16/03/2015	27	12/04/2015	31	16/04/2015
TF3	17/04/2015	27	14/05/2015	31	18/05/2015
TF4	19/05/2015	27	15/06/2015	31	19/06/2015
DIA	1	600			
DIA+ NOCHE	2	1200			
TOTAL DE FILTROS	32200	26.833333	27	100	
			20.25	75	

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

Interpretación: la contratista externa trabaja día y noche para cumplir con la producción en el día 600 filtros y en la noche 600 filtros produciendo por día 1200 entonces si nosotros necesitamos 32200 filtros por tanque la contratista necesita 27 días continuos de trabajo en el caso, como nosotros sabemos que la semana tiene 7 días y por lo general se trabaja de lunes a sábado entonces tendríamos 4 domingos, en un total de 31 días para cumplir con una producción de 32200 y poder cumplir con lo necesario para cada tanque, a veces los días domingos los toman como comodín por alguna contrariedad en caso de tener atraso y reponerlo en ese día .

Avanzando como indica el cronograma crítico indicado en la figura “**Cronograma crítico de avance N°2**” para cumplir con este cronograma indicamos el estudio de tiempos a continuación.



Construcción 5-55: Estudio de tiempos planeamiento crítico de montaje de medias (filtros) TF N°2.

INSTALACION DE MEDIAS						DIA		
1ER VIAJE	TIEMPO SEG.	2DO AL 4TO, 6TO, 8VO, 10MO IZAJE	TIEMPO SEG.	3RO, 5TO, 7MO, 9NO	TIEMPO SEG.	VIAJES	TIEMPO	TOTAL FILTROS
CARGIO DE MEDIAS	27	CARGIO DE MEDIAS	0	CARGIO DE MEDIAS	0	1	120	144
TRASLADO DE MEDIAS	25	TRASLADO DE MEDIAS	0	TRASLADO DE MEDIAS	0	2	43	64
CUADRADO PLAT 1	10	CUADRADO PLAT 1	10	CUADRADO PLAT 1	10	3	68	144
INSTAL DE YUGO JAULA 1	5	INSTAL DE YUGO JAULA 1	5	INSTAL DE YUGO JAULA 1	5	4	43	64
IZAJE DE JAULA 1 A TF 1	7	IZAJE DE JAULA 1 A TF 1	7	IZAJE DE JAULA 1 A TF 1	7	5	68	144
DESCARGA DE JAULA 1	10	DESCARGA DE JAULA 1	10	DESCARGA DE JAULA 1	10	6	43	64
IZAJE DE JAULA 1 A PLATAFORMA 1	6	IZAJE DE JAULA 1 A PLATAFORMA 1	6	IZAJE DE JAULA 1 A PLATAFORMA 1	6	7	68	144
						8	43	64
INSTALAR YUGO A JAULA 2	5	INSTALAR YUGO A JAULA 2		INSTALAR YUGO A JAULA 2	5	TOTAL	8	496
IZAJE DE JAULA 2 A TF1	6	IZAJE DE JAULA 2 A TF1		IZAJE DE JAULA 2 A TF1	6			
DESCARGA DE JAULA 2	8	DESCARGA DE JAULA 2		DESCARGA DE JAULA 2	8			
IZAJE DE JAULA 2 A PLATAFORMA 1	6	IZAJE DE JAULA 2 A PLATAFORMA 1		IZAJE DE JAULA 2 A PLATAFORMA 1	6			
RETIRO DE PLATAFORMA 1	5	RETIRO DE PLATAFORMA 1	5	RETIRO DE PLATAFORMA 1	5			
	120		43		68			
DIAS		NOCHES						
CARGUIO	MIN	CARGUIO	MIN	TOTAL FILTROS				
1	120	1	120	144				
2	43	2	43	64				
3	68	3	68	144				
4	43	TOTAL DE MINUTOS		231				
5	68							
6	43			X DIA DIA + NOCHE =				
7	68			TOTAL DE FILTROS=				
8	43			DIAS EN TOTAL POR TANQUE =				
				27.19594595				
TOTAL DE MINUTOS		496						
MINUTOS		HORAS		MINUTOS				
480		8		240				
510		8.5						

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

Construcción 5-56: Estudio de tiempos planeamiento crítico de equipos de montaje de medios (filtros) TF N°2.

EQUIPOS	
3 JAULAS	
2 CAMIONES	
1 GRUA	
CAPACIDAD DE CAMION 1	144
CAPACIDAD DE CAMION 2	64
CAMION 1	
JAULA 1	80
JAULA 2	64
UNIDADES TOTAL POR IZAJE	144
CAMION 2	
JAULA 2	64
UNIDADES TOTAL POR IZAJE	64

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

Utilizamos los mismos recursos que en el tanque N°1, para cumplir con este planeamiento nos damos cuenta que seguimos en el mismo problema de la reducción de los equipos hemos reducido los equipos por contrariedades en la contratación esto disminuyendo el avance por lo tanto tenemos un camión de dos jaulas con un total de 144 filtros en camión 1, en el camión 2 es más pequeño y solo puede llevar una jaula de 64 filtros, trabajando día y de noche, en el día 8 viajes por la noche 3 viajes hay que recordar que en el día tenemos 8.5 horas de trabajo continuo y en la noche 4 horas de trabajo continuo a continuación el avance real.

Seguimos teniendo problemas con los equipos, en este caso no tenemos nada más que camión 1 de 144 filtros y camión 2 de 64 filtros, estos equipos están en el tanque N° 1 trabajando, recién terminan de montar el tanque N° 1 El día 09-05-2015, el trabajo optimo seria en paralelo pero al no contar con esto necesitamos planear una nueva estrategia tratar de cumplir con las fechas de avance del cronograma critico. Como nos damos cuenta empezamos el día 10-05-2015. El estudio de tiempos utilizado para cumplir con esto, trabajamos de esta manera.

Construcción 5-57: Estudio de tiempos N° 2 planeamiento crítico de montaje de medias (filtros) TF N°2.

TANQUE 2 PLANEAMIENTO ESTRATEGICO						DIA		
INSTALACION DE MEDIAS						VIAJES	TIEMPO	TOTAL FILTROS
1ER VIAJE	TIEMPO SEG.	3ro, 6to, 9no	TIEMPO SEG.	2do, 4to, 5to, 7mo, 8vo, 10mo, 11vo	TIEMPO SEG.			
CARGIO DE MEDIAS	27	CARGIO DE MEDIAS	0	CARGIO DE MEDIAS	0	1	120	144
TRASLADO DE MEDIAS	25	TRASLADO DE MEDIAS	0	TRASLADO DE MEDIAS	0	2	68	144
CUADRADO PLAT 1	10	CUADRADO PLAT 1	10	CUADRADO PLAT 1	10	3	43	64
INSTAL DE YUGO JAULA 1	5	INSTAL DE YUGO JAULA 1	5	INSTAL DE YUGO JAULA 1	5	4	68	144
IZAJE DE JAULA 1 A TF 1	7	IZAJE DE JAULA 1 A TF 1	7	IZAJE DE JAULA 1 A TF 1	7	5	68	144
DESCARGA DE JAULA 1	10	DESCARGA DE JAULA 1	10	DESCARGA DE JAULA 1	10	6	43	64
IZAJE DE JAULA 1 A PLATAFORMA 1	6	IZAJE DE JAULA 1 A PLATAFORMA 1	6	IZAJE DE JAULA 1 A PLATAFORMA 1	6	7	68	144
						8	68	144
INSTALAR YUGO A JAULA 2	5	INSTALAR YUGO A JAULA 2		INSTALAR YUGO A JAULA 2	5	9	43	64
IZAJE DE JAULA 2 A TF1	6	IZAJE DE JAULA 2 A TF1		IZAJE DE JAULA 2 A TF1	6	10	68	144
DESCARGA DE JAULA 2	8	DESCARGA DE JAULA 2		DESCARGA DE JAULA 2	8	11	68	144
IZAJE DE JAULA 2 A PLATAFORMA 1	6	IZAJE DE JAULA 2 A PLATAFORMA 1		IZAJE DE JAULA 2 A PLATAFORMA 1	6	TOTAL	8	725
RETIRO DE PLATAFORMA 1	5	RETIRO DE PLATAFORMA 1	5	RETIRO DE PLATAFORMA 1	5			1344
	120		43		68			
DIAS		NOCHES						
CARGUIO	MIN	CARGUIO	MIN	TOTAL FILTROS				
1	120	1	120	144				
2	68	2	68	144				
3	43	3	68	144				
4	68	4	68	144				
5	68	5	68	144				
6	43	6	68	144				
7	68	7	68	144				
8	68							
9	43							
10	68							
11	68							
TOTAL DE MINUTOS	725	TOTAL DE MINUTOS	528	1008				
MINUTOS	HORAS	MINUTOS	HORAS	X DIA DIA + NOCHE =				
480	8	540	9	TOTAL DE FILTROS=				
720	12			DIAS EN TOTAL POR TANQUE =				
				2352				
				32200				
				13.69047619				

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

Construcción 5-58: Estudio de tiempos planeamiento critico N° 2 equipos de montaje de medios (filtros) TF N°2.

EQUIPOS		
5 JAULAS		
3 CAMIONES		
1 GRUA		
CAPACIDAD DE CAMION 1	144	
CAPACIDAD DE CAMION 2	144	
CAPACIDAD DE CAMION 3	64	
CAMION 1	CAMION 2	
JAULA 1	80 JAULA 1	80
JAULA 2	64 JAULA 2	64
UNIDADES TOTAL POR IZAJE	144 UNIDADES TOTAL POR IZAJE	144
CAMION 3		
JAULA 2	64	
UNIDADES TOTAL POR IZAJE	64	

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

Construcción 5-59: Resultado real montaje de medios (filtros) tanque N°2.

		CAMIONES TURNO DIA		CANTIDAD NOCHE	
		144	64	noche	total
LUNES	20/04/2015				
MARTES	21/04/2015				
MIERCOLES	22/04/2015				
JUEVES	23/04/2015				
VIERNES	24/04/2015				
SABADO	25/04/2015				
DOMINGO	26/04/2015				
LUNES	27/04/2015				
MARTES	28/04/2015				
MIERCOLES	29/04/2015				
JUEVES	30/04/2015				
VIERNES	01/05/2015				
SABADO	02/05/2015				
DOMINGO	03/05/2015				
LUNES	04/05/2015				
MARTES	05/05/2015				
MIERCOLES	06/05/2015				
JUEVES	07/05/2015				
VIERNES	08/05/2015				
SABADO	09/05/2015				
DOMINGO	10/05/2015	1		432	576
LUNES	11/05/2015	4	1		640
MARTES	12/05/2015	5	2	1040	1888
MIERCOLES	13/05/2015	2	6	1192	1864
JUEVES	14/05/2015	10	7	1168	3056
VIERNES	15/05/2015	10	3	1408	3040
SABADO	16/05/2015	10	4	1512	3208
DOMINGO	17/05/2015	7			1008
LUNES	18/05/2015	11		1504	3088
MARTES	19/05/2015	13	1	1504	3440
MIERCOLES	20/05/2015	11		1392	2976
JUEVES	21/05/2015	14		1396	3412
VIERNES	22/05/2015	12	1	1391	3183
SABADO	23/05/2015			204	204
		TOTAL DE FILTROS			31583

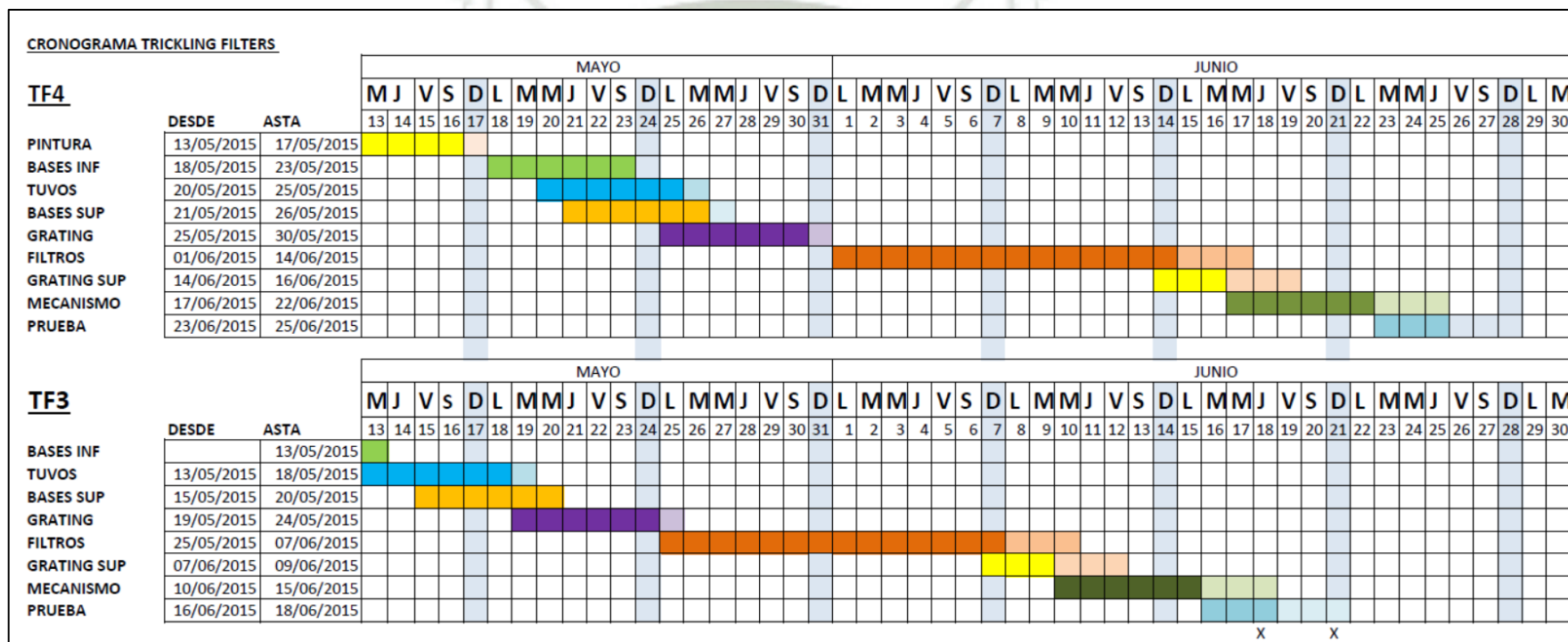
Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

Interpretación: para poder cumplir con el tiempo en el montaje de medias solicitamos más equipos otro camión y otras jaulas en total tres camiones, 2 camiones de 144 filtros y un camión de 64 filtros estos dándonos más avance en el montaje y trabajando día y noche reducimos el tiempo en 14 días como indicamos en el estudio de tiempos, también la otra estrategia es aumentando las horas de trabajo si se trabaja en horario extendido de 6 am a 7 pm con una hora de comida contamos con que trabajamos 12 horas corridas, el tiempo es preciso ya que este nos da más avance.



Cronograma críticos N°3 Cronograma de recuperación.

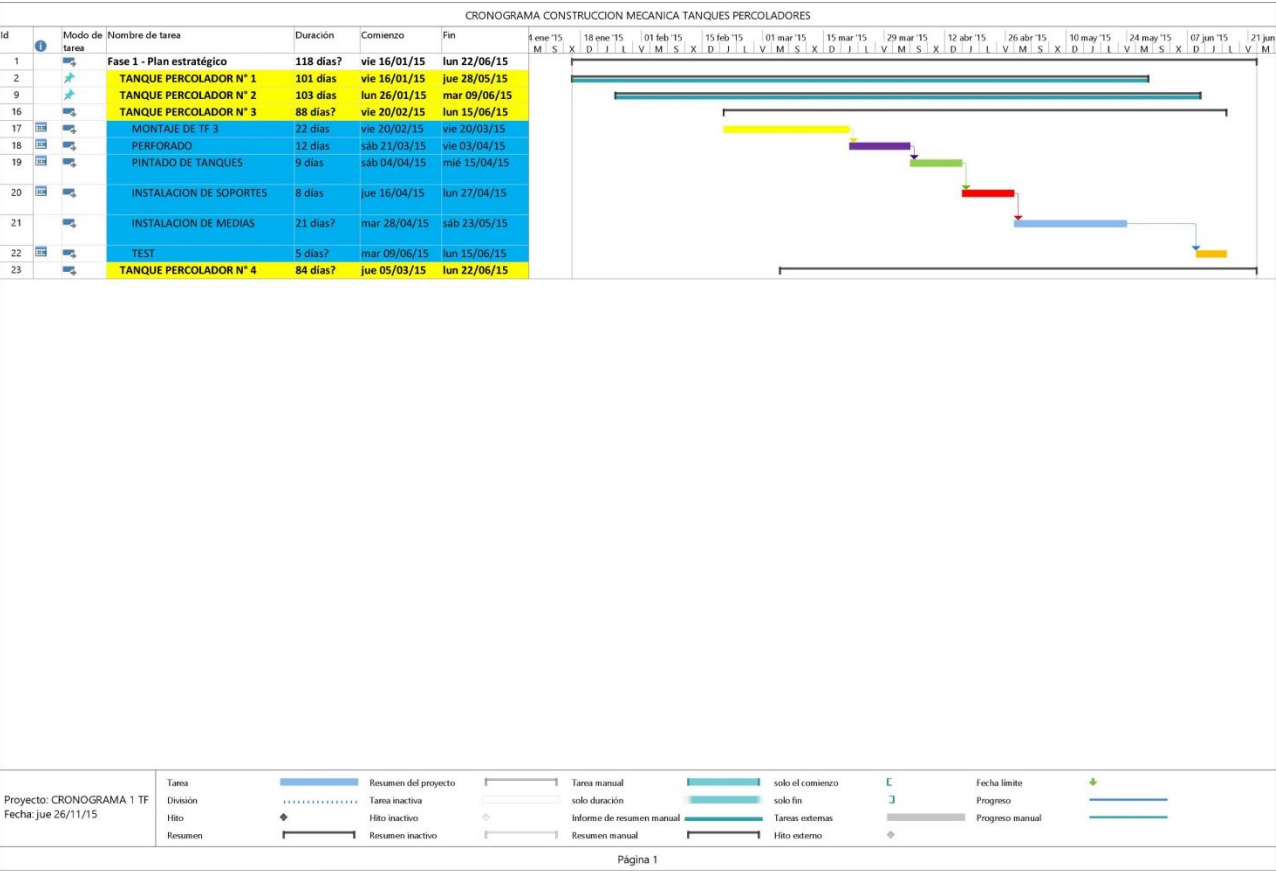
En este cronograma de recuperación es para poder cumplir con las metas exigidas por el cliente y cumplir con las metas a continuación veremos el avance.



Construcción 5-60: Cronograma critico de avance N°3, Cronograma de recuperación.

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

5.9 CONSTRUCCION MECANICA TANQUE N° 3.



Construcción 5-61: Cronograma de planeamiento general Tanque percolador N° 3.

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

5.9.1 Montaje de Tanque percolador N°3.

En este avance terminamos en fecha según nuestro cronograma crítico que vemos en la figura, “**Cronograma crítico de avance N°2**” el tanque N°1 Es seguido en la construcción del tanque N°2 apenas termina uno empieza el otro este tanque permastor es construido por medio de andamios a continuación lo planeado y el avance real de este tanque.

Construcción 5-62: Planeamiento esperado VS resultado real montaje de tanque permastor N°3.

MONTAJE DE TANQUES AL 23/03/2015						
TF 3						
		PLANEADO			REAL	
		PLACAS	# ANILLO	AVANCE PLANE	PLACAS	% AVANCE REAL
JUEVES	05/03/2015	25		5.6	25	5.6
VIERNES	06/03/2015	25	1	11.1	25	11.1
SABADO	07/03/2015	25		16.7	25	16.7
DOMINGO	08/03/2015	25	2	22.2	25	22.2
LUNES	09/03/2015	25		27.8	25	27.8
MARTES	10/03/2015	25	3	33.3	25	33.3
MIERCOLES	11/03/2015	25		38.9	25	38.9
JUEVES	12/03/2015	25	4	44.4	25	44.4
VIERNES	13/03/2015	25		50.0	25	50.0
SABADO	14/03/2015	25	5	55.6	25	55.6
DOMINGO	15/03/2015	25		61.1	25	61.1
LUNES	16/03/2015	25	6	66.7	25	66.7
MARTES	17/03/2015	25		72.2	25	72.2
MIERCOLES	18/03/2015	25	7	77.8	25	77.8
JUEVES	19/03/2015	25		83.3	25	83.3
VIERNES	20/03/2015	25	8	88.9	25	88.9
SABADO	21/03/2015	25		94.4	25	94.4
DOMINGO	22/03/2015	25	9	100.0	13	97.3
LUNES	23/03/2015				12	100.0

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

Interpretación: Vemos en este tanque que el montaje del tanque no tenemos fechas en contra o indicador (-)

5.9.2 Recubrimiento de tanque N°3.

Construcción 5-63: Resultado real aplicación de recubrimiento tanque N°3.

CONTROL DE RECUBRIMIENTO TF 3				
DIA		REAL M2	ACUMULADO	% AVANCE
SABADO	18/04/2015	0	0	0%
DOMINGO	19/04/2015	0	0	0%
LUNES	20/04/2015	0	0	0%
MARTES	21/04/2015	0	0	0%
MIERCOLES	22/04/2015	0	0	0%
JUEVES	23/04/2015	0	0	0%
VIERNES	24/04/2015	693	693	44%
SABADO	25/04/2015	348	1041	66%
DOMINGO	26/04/2015	0	1041	66%
LUNES	27/04/2015	345	1386	88%
MARTES	28/04/2015	96	1482	94%
MIERCOLES	29/04/2015	0	1482	94%
JUEVES	30/04/2015	0	1482	94%
VIERNES	01/05/2015	88	1570	100%
TOTAL		100%	1570	

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

Construcción 5-64: Resultado real control de avance por día de aplicación de recubrimiento tanque N°3

L	M	M	J	V	S	D
20/04/2015	21/04/2015	22/04/2015	23/04/2015	24/04/2015	25/04/2015	26/04/2015
	AMOLADO TF3	AMOLADO TF3	3A1 510	3A1 1340, 760	3A2 760	3A3 510, 1340
			AMOLADO	3A2 510, 1340		
REPARAR TF # 01,02	-REPARAR TF #01,02 -TRASLADO TF3	TRASLADO AL TF#03	REPARAR TF#02			
				TERMINO 3A1	TERMINO 3A2	
L	M	M	J	V	S	D
27/04/2015	28/04/2015	29/04/2015	30/04/2015	01/05/2015	02/05/2015	03/05/2015
3A3 760	COLUM 510, 1340			CANAL 510, 1340		
	COLUM 760			CANAL 760		
		NADA	NADA	TERMINO TF#03	FERIADO	FERIADO
TERMINO 3A3	COLUM TERMINADA			TERMINO CANAL		

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

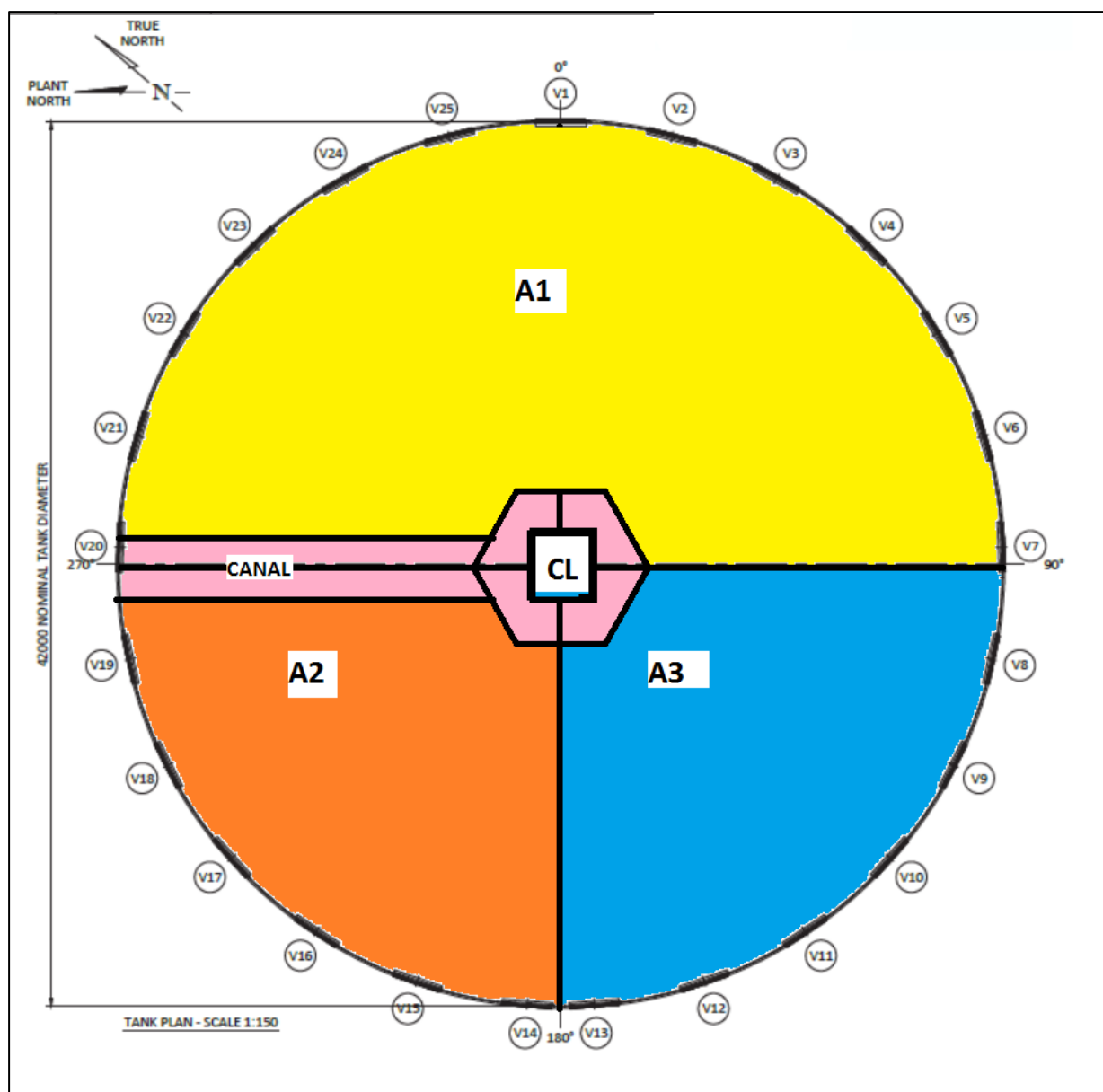
Construcción 5-65: Áreas trabajadas finales en aplicación de recubrimiento tanque N°3.

TANQUE 3
3A1= 693 M2
3A2= 348 M2
3A3= 345 M2
CANAL=88 M2
COLUMNA=96 M2
TOTAL= 1570M2
CAPA 1= 510
CAPA2= 1340
CAPA 3= 760

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

Interpretación: En la aplicación de recubrimiento vemos que según el cronograma critico mostrado en la “**Cronograma critico de avance N°2**” indica que deberíamos comenzar el día 17-04-2015 al 28-04-2015 en el avance real de aplicación de recubrimiento vemos que terminamos el viernes 01-05-2015 el cual no es mala fecha ya que según nuestro indicador de tiempo tenemos **-3 días** en contra en el indicador.

También la contratista encargada de la aplicación realiza el trabajo basándose en el cronograma y diagrama de aplicación de acuerdo a la figura siguiente, dando un buen resultado ya que no tenemos muchos días perdidos.



Construcción 5-66: Modelo indicado para avance de recubrimiento de cobertura tanque N°3

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

5.9.3 Montaje de soportes tanque N° 3.

El planeamiento según el cronograma mostrado en la “**Cronograma critico de avance N°3, Cronograma de recuperación.**” Primero mostramos el estudio de tiempos para este cronograma.

Construcción 5-67: Estudio de tiempos planeamiento critico de montaje de soportes TF N°3.

INSTALACION DE SOPORTES			
TOTAL DE PEDESTALES POR TANQUE	CANTIDAD	3825	
TOTAL DE HORAS TRABAJADAS X DIA	TIEMPO	9 hrs	540 min
TRABAJO PARALELO			
INSTALACION DE BASE SUPERIOR	TIEMPO	TUBO DE 4"	
RETIRO DE PROTECTORES	Seg.	30	MEDICION Y CORTE DE TUBO DE 4"
LIMPIEZA	Seg.	30	TOTAL DE GRUPO DE TRABAJO
INSTALACION DE PLACA INFERIOR BASE INF.	Seg.	60	Total de trabajo por día total
INSTALACION DE PLACA SUPERIOR BASE INF.	Seg.	60	CANTIDAD DE DIAS POR TANQUE
	Total en Seg.	180	
	Total en Min.	3.0	
TRABAJO POR GRUPO EN UN DIA (grupo x 2p =Op.+Of.)	UND	180	
TOTAL DE GRUPO DE TRABAJO	GRUPOS	5	
Total de trabajo por día total	UND	900	
CANTIDAD DE DIAS POR TANQUE	DIAS	4.25	
INTALACION DE TUBO DE 4"	Seg.	120	
INSTALACION DE BASE SUPERIOR	Seg.	60	
	Total en Seg.	180	
	Total en Min.	3	
TRABAJO POR GRUPO EN UN DIA (grupo x 2p =Op.+Of.)	UND	180	
TOTAL DE GRUPO DE TRABAJO	GRUPOS	5	
Total de trabajo por día total	UND	900	
CANTIDAD DE DIAS POR TANQUE	DIAS	4.25	

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

De acuerdo al estudio de tiempos mostramos el avance real de trabajo vs el trabajo planificado.

Construcción 5-68: Planeamiento esperado VS resultado real montaje de soportes tanque N°3.

		BASES INFERIORES				CORTE DE TUBOS	TUVOS + TAPAS		TUVOS		TAPAS		FRP			
		PRONOSTICADO		REAL		PRONOSTICADO	PRONOSTICADO		REAL		REAL		PRONOSTICADO		REAL	
		X DIA	ACUMULADO	X DIA	REAL ACUMULADO	CORTE	X DIA	ACUMULADO	X DIA	REAL ACUMULADO	X DIA	ACUMULADO	X DIA	ACUMULADO	X DIA	ACUMULADO
LUNES	04/05/2015			63	63											
MARTES	05/05/2015	450	450	519	582											
MIERCOLES	06/05/2015	450	900	0	582											
JUEVES	07/05/2015	900	1800	1266	1848											
VIERNES	08/05/2015	900	2700	0	1848	540										
SABADO	09/05/2015	900	3600	288	2136	540	450	450								
DOMINGO	10/05/2015		3600	0	2136			450								
LUNES	11/05/2015	225	3825	155	2291	540	450	900								
MARTES	12/05/2015			392	2683	540	450	1350								
MIERCOLES	13/05/2015			0	2683	540	450	1800								
JUEVES	14/05/2015			0	2683	540	900	2700	819	819	174	174				
VIERNES	15/05/2015			0	2683	540	900	3600	0	819	0	174	35	35		
SABADO	16/05/2015			0	2683	45	225	3825	0	819	0	174	35	70		
DOMINGO	17/05/2015			0	2683				0	819	0	174	0	70		
LUNES	18/05/2015			578	3261				1814	2633	1902	2076	35	105		
MARTES	19/05/2015			0	3261				0	2633	0	2076	35	140		
MIERCOLES	20/05/2015			0	3261				724	3357	746	2822	35	175	64	64
JUEVES	21/05/2015			539	3800				443	3800	978	3800	15	190	104	168
VIERNES	22/05/2015			0	3800				0	3800	0	3800	10	200	0	168
SABADO	23/05/2015			0	3800				0	3800	0	3800			0	168
DOMINGO	24/05/2015			0	3800				0	3800	0	3800			22	190
LUNES	25/05/2015			0	3800				0	3800	0	3800			2	192
MARTES	26/05/2015			8	3808				8	3808	8	3808			5	197

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska

Interpretación: En el avance real nos damos cuenta que tenemos un atraso de **-2 días**.

5.9.4 Montaje de medios tanque N° 3.

Como vemos en el cronograma “**Cronograma critico de avance N°3, Cronograma de recuperación.**” A continuación el estudio de tiempos de esta parte del montaje filtros.

Construcción 5-69: Estudio de tiempos planeamiento critico de montaje de medios (filtros) TF N°3

TANQUE 3 PLANEAMIENTO					
INSTALACION DE MEDIAS					
2 Camiones				1 Camion	
1ER VIAJE	TIEMPO SEG.	2DO AL FINAL	TIEMPO SEG.	1ER VIAJE	TIEMPO SEG.
CARGIO DE MEDIAS	27	CARGIO DE MEDIAS	0	CARGIO DE MEDIAS	27
TRASLADO DE MEDIAS	25	TRASLADO DE MEDIAS	0	TRASLADO DE MEDIAS	25
CUADRADO PLAT 1	10	CUADRADO PLAT 1	10	CUADRADO PLAT 1	10
INSTAL DE YUGO JAULA 1	5	INSTAL DE YUGO JAULA 1	5	INSTAL DE YUGO JAULA 1	5
IZAJE DE JAULA 1 A TF 1	7	IZAJE DE JAULA 1 A TF 1	7	IZAJE DE JAULA 1 A TF 1	7
DESCARGA DE JAULA 1	10	DESCARGA DE JAULA 1	10	DESCARGA DE JAULA 1	10
IZAJE DE JAULA 1 A PLATAFORMA 1	6	IZAJE DE JAULA 1 A PLATAFORMA 1	6	IZAJE DE JAULA 1 A PLATAFORMA 1	6
INSTALAR YUGO A JAULA 2	5	INSTALAR YUGO A JAULA 2	5	INSTALAR YUGO A JAULA 2	5
IZAJE DE JAULA 2 A TF1	6	IZAJE DE JAULA 2 A TF1	6	IZAJE DE JAULA 2 A TF1	6
DESCARGA DE JAULA 2	8	DESCARGA DE JAULA 2	8	DESCARGA DE JAULA 2	8
IZAJE DE JAULA 2 A PLATAFORMA 1	6	IZAJE DE JAULA 2 A PLATAFORMA 1	6	IZAJE DE JAULA 2 A PLATAFORMA 1	6
RETIRO DE PLATAFORMA 1	5	RETIRO DE PLATAFORMA 1	5	RETIRO DE PLATAFORMA 1	5
	120		68		120
DIA-DOS CAMIONES		DIA-1 CAMION			
CARGUIO	MIN	CARGUIO	MIN		
1	120	1	120		
2	68	2	120		
3	68	3	120		
4	68	4	120		
5	68	5	120		
6	68				
7	68				
8	68				
TOTAL DE MINUTOS	596	TOTAL DE MINUTOS	600		
MINUTOS	HORAS	MINUTOS	HORAS		
480	8	480	8		
600	10	600	10		
				TOTAL FILTROS	
				DIA	13 CARGUIOS
				NOCHE	11 CARGUIOS
				X DIA DIA + NOCHE =	3456
				TOTAL DE FILTROS=	32200
				DIAS EN TOTAL POR TANQUE =	9.31712963

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

**Construcción 5-70: Estudio de tiempos planeamiento critico de equipos para montaje de medios (filtros) TF
Nº3**

EQUIPOS	
6 JAULAS	
3 CAMIONES	
2 GRUA	
CAPACIDAD DE CAMION 1	144
CAPACIDAD DE CAMION 2	64
CAMION 1	
JAULA 1	80
JAULA 2	64
UNIDADES TOTAL POR IZAJE	144
CAMION 2	
JAULA 1	80
JAULA 2	64
UNIDADES TOTAL POR IZAJE	144
CAMION 3	
JAULA 1	80
JAULA 2	64
UNIDADES TOTAL POR IZAJE	144

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

Interpretación: En este tanque el planeamiento cambia ya que para el montaje utilizaremos 3 camiones de capacidad para las dos jaulas en un total por camión de 144 filtros dos trabajaran sincronizados y 1 trabajara individual, también utilizaremos dos grúas para que trabajen independientes haciendo sus izajes en sincronización.

El avance real de avance en el montaje de los filtros.

Construcción 5-71: Resultado real montaje de medios (filtros) tanque N°3.

		CAMIONES TURNO DIA		CANTIDAD NOCHE			
		80	64	noche	total	total acumul	piso
LUNES	25/05/2015						
MARTES	26/05/2015						
MIÉRCOLES	27/05/2015						
JUEVES	28/05/2015	4	3	576	1088	1088	0.5744
VIERNES	29/05/2015	7	8	1008	2080	3168	1.6725
SABADO	30/05/2015	7	7	1008	2016	5184	2.7369
DOMINGO	31/05/2015	5	5	0	720	5904	3.117
LUNES	01/06/2015	9	9	976	2272	8176	4.3165
MARTES	02/06/2015	8	8	1152	2304	10480	5.5329
MIÉRCOLES	03/06/2015	9	9	1152	2448	12928	6.8253
JUEVES	04/06/2015	13	12	1208	3016	15944	8.4176
VIERNES	05/06/2015	13	13	1208	3080	19024	10.044
SABADO	06/06/2015	13	13	1288	3160	22184	11.712
DOMINGO	07/06/2015	12	12	1296	3024	25208	13.309
LUNES	08/06/2015	16	16	1416	3720	28928	15.273
MARTES	09/06/2015	14	15	1172	3252	32180	16.989
		TOTAL DE FILTROS=			32180		

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

Interpretación: Vemos que debemos empezar el día 25-05-2015 al 07-06-2015 en el avance real de trabajo vemos que estamos terminando el montaje el día 09-06-2015 tenemos un indicador de **-2 días** de atraso, también nos damos cuenta que el planeamiento es efectivo por que en el análisis tenemos que por día será un promedio de 13 carguíos de 144 y en este avance vemos que se cumple cuando vemos que el aumento de carguíos a 16 y 15 es por el aumento de una hora extra por ser un momento crítico de trabajo y generar retraso, eso es una estrategia de último minuto, también vemos que el trabajo es continuo es trabajando domingos ya que como empezamos tarde es para reponer los días.



Construcción 5-72: Vista de tanque N°1, 2, 3 terminado.

Fuente y Elaboración: Propia.

CONSTRUCCION MECANICA TANQUE N° 4.



Construcción 5-73: Cronograma de planeamiento general Tanque percolador N° 4.

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

5.10 Montaje de Tanque percolador N°4.

Nos basamos en el cronograma “Cronograma critico de avance N°2” según el cronograma debemos empezar el montaje el 11-03-2015 al 31-03-2015 el cual terminamos en fecha, a continuación el avance real de avance del tanque N°4.

Construcción 5-74: Planeamiento esperado VS resultado real montaje de tanque permastor N°4.

MONTAJE DE TANQUES AL 25/03/2015						
	TF4	PLANEADO			REAL	
		PLACAS	# ANILLO	AVANCE PLANE	PLACAS	% AVANCE REAL
MIÉRCOLES	11/03/2015	25		5.6	0	0
JUEVES	12/03/2015	25	1	11.1	0	0
VIERNES	13/03/2015	25		16.7	0	0
SABADO	14/03/2015	25	2	22.2	21	4.7
DOMINGO	15/03/2015			22.2		4.7
LUNES	16/03/2015	25		27.8	29	11.1
MARTES	17/03/2015	25	3	33.3	24	16.4
MIÉRCOLES	18/03/2015	25		38.9	26	22.2
JUEVES	19/03/2015	25	4	44.4	28	28.4
VIERNES	20/03/2015	25		50.0	22	33.3
SABADO	21/03/2015	25	5	55.6	25	38.9
DOMINGO	22/03/2015			55.6		38.9
LUNES	23/03/2015	25		61.1	25	44.4
MARTES	24/03/2015	25	6	66.7	25	50.0
MIÉRCOLES	25/03/2015	25		72.2	25	55.6
JUEVES	26/03/2015	25	7	77.8	25	61.1
VIERNES	27/03/2015	25		83.3	25	66.7
SABADO	28/03/2015	25	8	88.9	25	72.2
DOMINGO	29/03/2015			88.9	25	77.8
LUNES	30/03/2015	25		94.4	50	88.9
MARTES	31/03/2015	25	9	100.0	50	100.0
MIÉRCOLES	01/04/2015					100.0
JUEVES	02/04/2015					100.0
VIERNES	03/04/2015					100.0
	TOTAL	450		TOTAL	450 FALTA	0

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

En este tanque vemos que en el día 30 y 31 el avance es de una entero de anillo, es porque a los trabajadores se les dio un bono por cumplimiento de metas, si ellos terminaban un anillo entero se les daba un bono extra en su pago, para no incurrir en atraso ya que en los primero días tiene retraso

5.10.1 Recubrimiento de tanque N°4.

El recubrimiento es hecho por la contratista externa, pero toma en cuenta el cronograma planteado indicado en el cronograma “**Cronograma critico de avance N°3, Cronograma de recuperación.**”

Construcción 5-75: Resultado real aplicación de recubrimiento tanque N°4

CONTROL DE RECUBRIMIENTO TF 4				
DIA		REAL M2	ACUMULADO	% AVANCE
LUNES	04/05/2015	0	0	0%
MARTES	05/05/2015		0	0%
MIERCOLES	06/05/2015		0	0%
JUEVES	07/05/2015		0	0%
VIERNES	08/05/2015		0	0%
SABADO	09/05/2015		0	0%
DOMINGO	10/05/2015		0	0%
LUNES	11/05/2015		0	0%
MARTES	12/05/2015		0	0%
MIERCOLES	13/05/2015		0	0%
JUEVES	14/05/2015	184	184	12%
VIERNES	15/05/2015	693	877	56%
SABADO	16/05/2015	693	1570	100%
TOTAL			100%	1570

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

Construcción 5-76: Resultado real control de avance por día de aplicación de recubrimiento tanque N°4

L	M	M	J	V	S	D
04/05/2015	05/05/2015	06/05/2015	07/05/2015	08/05/2015	09/05/2015	10/05/2015
REPARA TF#02	REPARA TF#02	REPARA TF#02	REPARA TF#02	REPARA POROS	REPARA POROS	
L	M	M	J	V	S	D
11/05/2015	12/05/2015	13/05/2015	14/05/2015	15/05/2015	16/05/2015	17/05/2015
AMOLADO TF#04	AMOLADO TF#04	COLUM 510, 1340	COLUM 760	4A1 760	4A2 1340, 760	
		CANAL 510, 1340	CANAL 760	4A2 510		
			4A1 510, 1340			
REPARA TF#03			TERMINO COLUM Y CANAL	TERMINO 4A1	TERMINO 4A2	TERMINO TF#04
L	M	M	J	V	S	D
18/05/2015	19/05/2015	20/05/2015	21/05/2015	22/05/2015	23/05/2015	24/05/2015
REPARACION TF#03						

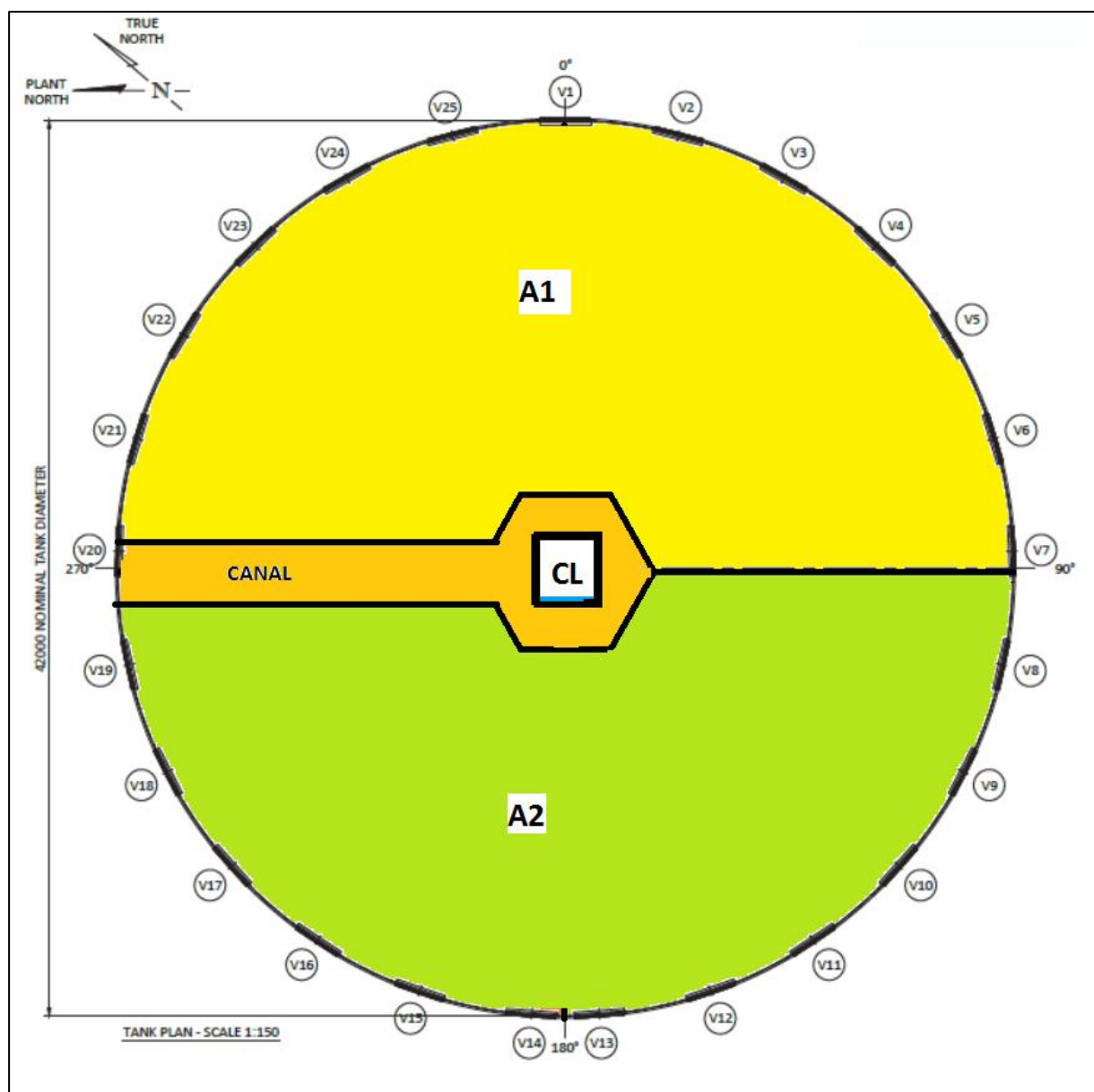
Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

Construcción 5-77: Áreas trabajadas finales en aplicación de recubrimiento tanque N°4

TANQUE 4
COLUMNA 96 M2
CANAL 88 M2
4A1 693 M2
4A2 693 M2
TOTAL 1570 M2
CAPA 1= 510
CAPA 2= 1340
CAPA 3= 760

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

Interpretación: El cronograma planteado es efectivo y da resultados mostrando en el indicador de tiempos +1 positivo, en el cronograma crítico “**Cronograma critico de avance N°3, Cronograma de recuperación.**” Nos da que debemos empezar la aplicación de recubrimiento el día 13-05-2015 y culminar el día 17-05-2015 pero en el avance real terminamos el día 16-05-2015 muestra que continuamos en fecha.



Construcción 5-78: Modelo indicado para avance de recubrimiento de cobertura tanque N°4

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

5.10.2 Montaje de soportes tanque N° 4.

Nos basamos en el cronograma “**Cronograma crítico de avance N°3, Cronograma de recuperación.**” Para realizar este trabajo ahora como vemos a continuación el estudio de tiempos de acuerdo al cronograma de crítico.

Construcción 5-79: Estudio de tiempos planeamiento critico de montaje de soportes TF N°4

INSTALACION DE SOPORTES			
TOTAL DE PEDESTALES POR TANQUE	CANTIDAD	3825	
TOTAL DE HORAS TRABAJADAS X DIA	TIEMPO	9 hrs	540 min
TRABAJO PARALELO			
INSTALACION DE BASE SUPERIOR	TIEMPO	TUBO DE 4"	
RETIRO DE PROTECTORES	Seg.	30	MEDICION Y CORTE DE TUBO DE 4" 5
LIMPIEZA	Seg.	30	TOTAL DE GRUPO DE TRABAJO 8
INSTALACION DE PLACA INFERIOR BASE INF.	Seg.	60	Total de trabajo por dia total 864
INSTALACION DE PLACA SUPERIOR BASE INF.	Seg.	60	CANTIDAD DE DIAS POR TANQUE 4.42708333
	Total en Seg.	180	
	Total en Min.	3.0	
TRABAJO POR GRUPO EN UN DIA (grupo x 2p =Op.+Of.)	UND	180	
TOTAL DE GRUPO DE TRABAJO	GRUPOS	8	
Total de trabajo por dia total	UND	1440	
CANTIDAD DE DIAS POR TANQUE	DIAS	2.66	
INTALACION DE TUBO DE 4"	Seg.	120	
INSTALACION DE BASE SUPERIOR	Seg.	60	
	Total en Seg.	180	
	Total en Min.	3	
TRABAJO POR GRUPO EN UN DIA (grupo x 2p =Op.+Of.)	UND	180	
TOTAL DE GRUPO DE TRABAJO	GRUPOS	8	
Total de trabajo por dia total	UND	1440	
CANTIDAD DE DIAS POR TANQUE	DIAS	2.66	

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

- En este cronograma aumentamos los grupos de trabajo para cumplir con el cronograma a 8 grupos de trabajo para cada área. A continuación el avance real de trabajo.

Construcción 5-80: Planeamiento esperado VS resultado real montaje de soportes tanque N°4.

		BASES INFERIORES				CORTE DE TUBOS	TUVOS + TAPAS		TUVOS		TAPAS		FRP			
		PRONOSTICADO		REAL		PRONOSTICADO	PRONOSTICADO		REAL		REAL		PRONOSTICADO		REAL	
		X DIA	ACUMULADO	X DIA	REAL	ACUMULADO	CORTE	X DIA	ACUMULADO	X DIA	REAL	ACUMULADO	X DIA	ACUMULADO	X DIA	ACUMULADO
LUNES	11/05/2015	638	638													
MARTES	12/05/2015	637	1275				765									
MIERCOLES	13/05/2015	1275	2550				765									
JUEVES	14/05/2015	1275	3825				765	1275	1275							
VIERNES	15/05/2015						765	1275	2550							
SABADO	16/05/2015						765	1275	3825				50	50		
DOMINGO	17/05/2015												50	100		
LUNES	18/05/2015			140	140								50	150		
MARTES	19/05/2015			0	140								50	200		
MIERCOLES	20/05/2015			160	300											
JUEVES	21/05/2015			792	1092				265	265						
VIERNES	22/05/2015			0	1092				795	1060						
SABADO	23/05/2015			0	1092				654	1714	831	831				
DOMINGO	24/05/2015			555	1647				0	1714	0	831				
LUNES	25/05/2015			348	1995				490	2204	30	861				
MARTES	26/05/2015			1043	3038				1002	3206	1011	1872				
MIERCOLES	27/05/2015			0	3038				394	3600	628	2500				
JUEVES	28/05/2015			567	3605				0	3600	0	2500				
VIERNES	29/05/2015			175	3780				200	3800	1300	3800			124	124
SABADO	30/05/2015			32	3812				0	3800	0	3800			54	178
DOMINGO	31/05/2015								0	3800	0	3800			14	192
LUNES	01/06/2015								0	3800	0	3800			0	192
MARTES	02/06/2015								12	3812	12	3812			8	200

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

Interpretación: Aquí vemos que tenemos mucho atraso en el trabajo terminado, debemos de empezar el día 11-05-2015 al 19-05-2015 pero nos damos cuenta que tenemos mucho desfase en el avance como vemos terminamos el día 02-06-2015 todo el montaje de los soportes tenemos días en contra pero no afecta según el cronograma crítico.

5.10.3 Montaje de filtros tanque N° 4.

En el montaje de filtros tomamos muy en cuenta que necesitamos materia prima para la construcción del tanque necesitamos filtros como vemos en la tabla de entrega de material

“Construcción: Fechas de entrega de filtros para montaje por contratista.”

Para el tanque N° 4 vemos que empezamos el día 19-05-2015 al 15-06-2015 entonces esto quiere decir que tendremos material completo el día 15-06-2015 si es que tienen una producción continua, es por ello que en el **“Cronograma crítico de avance N°3, Cronograma de recuperación.”** Empezamos el día 01 /06/2015 por que en esa escala de tiempo tendremos por lo menos el 50% del material para poder montar el tanque sin percances. A continuación el estudio de tiempos de acuerdo al cronograma para la construcción.



Construcción 5-81: Vista de montaje de filtros tanque N°4 (2 GRUAS).

Fuente y Elaboración: Propia.

Construcción 5-82: Estudio de tiempos planeamiento critico de montaje de medios (filtros) TF N°4.

TANQUE 4 PLANEAMIENTO INSTALACION DE MEDIAS					
2 Camiones				1 Camion	
1ER VIAJE	TIEMPO SEG.	2DO AL FINAL	TIEMPO SEG.	1ER VIAJE	TIEMPO SEG.
CARGIO DE MEDIAS	27	CARGIO DE MEDIAS	0	CARGIO DE MEDIAS	27
TRASLADO DE MEDIAS	25	TRASLADO DE MEDIAS	0	TRASLADO DE MEDIAS	25
CUADRADO PLAT 1	10	CUADRADO PLAT 1	10	CUADRADO PLAT 1	10
INSTAL DE YUGO JAULA 1	5	INSTAL DE YUGO JAULA 1	5	INSTAL DE YUGO JAULA 1	5
IZAJE DE JAULA 1 A TF 1	7	IZAJE DE JAULA 1 A TF 1	7	IZAJE DE JAULA 1 A TF 1	7
DESCARGA DE JAULA 1	10	DESCARGA DE JAULA 1	10	DESCARGA DE JAULA 1	10
IZAJE DE JAULA 1 A PLATAFORMA 1	6	IZAJE DE JAULA 1 A PLATAFORMA 1	6	IZAJE DE JAULA 1 A PLATAFORMA 1	6
INSTALAR YUGO A JAULA 2	5	INSTALAR YUGO A JAULA 2	5	INSTALAR YUGO A JAULA 2	5
IZAJE DE JAULA 2 A TF1	6	IZAJE DE JAULA 2 A TF1	6	IZAJE DE JAULA 2 A TF1	6
DESCARGA DE JAULA 2	8	DESCARGA DE JAULA 2	8	DESCARGA DE JAULA 2	8
IZAJE DE JAULA 2 A PLATAFORMA 1	6	IZAJE DE JAULA 2 A PLATAFORMA 1	6	IZAJE DE JAULA 2 A PLATAFORMA 1	6
RETIRO DE PLATAFORMA 1	5	RETIRO DE PLATAFORMA 1	5	RETIRO DE PLATAFORMA 1	5
	120		68		120
DIA-DOS CAMIONES		DIA-1 CAMION			
CARGUIO	MIN	CARGUIO	MIN		
1	120	1	120		
2	68	2	120		
3	68	3	120		
4	68	4	120		
5	68	5	120		
6	68		120		
7	68				
8	68				
8	68				
TOTAL DE MINUTOS	664	TOTAL DE MINUTOS	720		
MINUTOS	HORAS	MINUTOS	HORAS		
480	8	480	8		
660	11	600	10		

TOTAL FILTROS		
DIA	14 CARGUIOS	
NOCHE	11 CARGUIOS	
X DIA DIA + NOCHE =	3600	
TOTAL DE FILTROS=	32200	
DIAS EN TOTAL POR TANQUE =	8.944444444	

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

Construcción 5-83: Estudio de tiempos planeamiento critico de equipos de montaje de soportes TF N°4

EQUIPOS	
6 JAULAS	
3 CAMIONES	
2 GRUA	
CAPACIDAD DE CAMION 1	144
CAPACIDAD DE CAMION 2	64
CAMION 1	
JAULA 1	80
JAULA 2	64
UNIDADES TOTAL POR IZAJE	144
CAMION 2	
JAULA 1	80
JAULA 2	64
UNIDADES TOTAL POR IZAJE	144
CAMION 3	
JAULA 1	80
JAULA 2	64
UNIDADES TOTAL POR IZAJE	144

Fuente: Elaboración Propia, trabajo realizado área mecánica empresa Skanska.

A continuación vemos el avance real.

Construcción 5-84: Resultado real montaje de medios (filtros) tanque N°4.

		CAMIONES TURNO DIA		CANTIDAD NOCHE	total	total acumul	piso	
		80	64	noche				
SABADO	02/06/2015	14	14	1146	3162	3162	0.88	
DOMINGO	03/06/2015	11	11	1152	2736	5898	1.65	
LUNES	04/06/2015	14	14	1500	3516	9414	2.63	
MARTES	05/06/2015	14	14	1584	3600	13014	3.64	
MIERCOLES	06/06/2015	14	14	1568	3584	16598	4.64	
JUEVES	07/06/2015	14	14	1360	3376	19974	5.58	
VIERNES	08/06/2015	11	11	1146	2730	22704	6.35	
SABADO	09/06/2015	14	14	1504	3520	26224	7.33	
DOMINGO	10/06/2015	13	13	1728	3600	29824	8.34	
LUNES	11/06/2015	12	12		1728	31552	8.82	EQUIVALE AL 100%
					31552			

Fuente: Elaboración Propia, Control de avance por tanque- Empresa Skanska.

Interpretación: como vemos el estudio de tiempos y el cronograma final se cumple terminando antes de la fecha estimada en el cronograma “**Cronograma critico de avance N°3, Cronograma de recuperación.**” Esto quiere decir que se realizó de acuerdo a lo estimado para que dé resultado y no generar atraso.



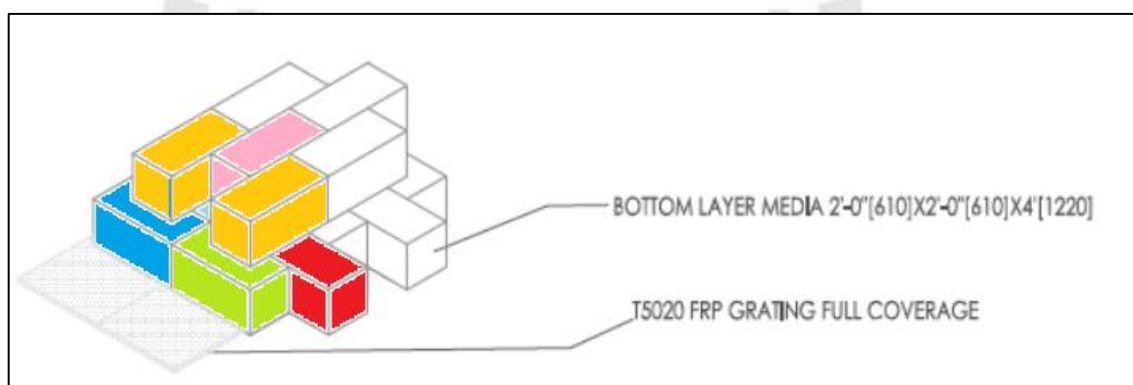


Construcción 5-85: Vista final de construcción de TANQUES PERCOLADORES CONSTRUIDOS.

Fuente y Elaboración: Propia.

La construcción de los distribuidores de agua, es realizada por el personal de tubería ya que ellos verán el caudal y el efluente del agua en la colocación de los rociadores.

Test de prueba: Esto es realizado cuando ya son puestos los distribuidores, el agua sube por la bomba vertical y pasa por los brazos distribuidores y el agua es roseada, el agua tiene que pasar como si fuera una ducha por eso los filtros son puestos de manera paralela en cada piso, como vemos en la figura a continuación.



Construcción 5-86: Modelo de puesta de filtros para caída en roció.

Fuente: Área mecánica empresa Skanska.

Esto es puesto de esta manera para que el agua demore en bajar por los agujeros y las bacterias se queden pegadas en los filtros y esto forme una capa o película de bacterias biológicas que se comerán las bacterias que tiene el agua pasando y dejándola más limpia y esto al momento de caer en el sumidero por los pedestales tiene que caer como si fuera una ducha en modo de roció como gotas de agua, esto nos dará el visto bueno de la construcción del tanque.

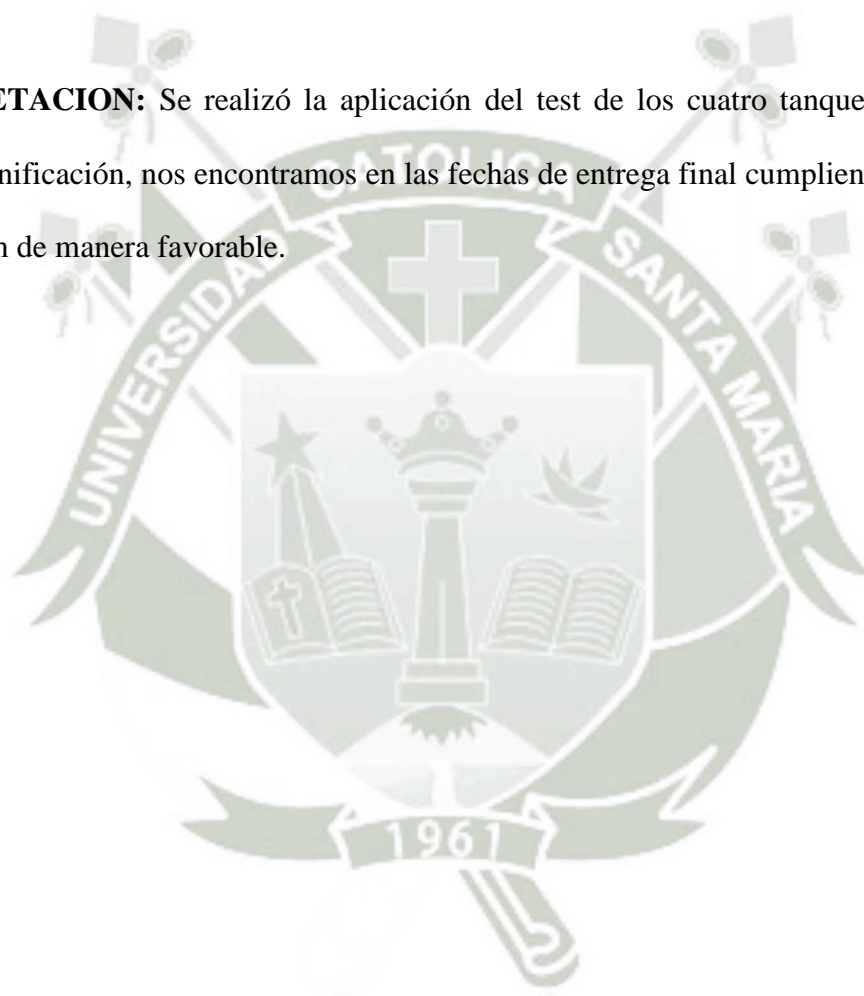
A continuación vemos las fechas en las que se realizó la aplicación del test para ver el correcto funcionamiento de los cuatro tanques.

Tabla 5-3: Comparación de fechas de entrega real con entrega VS fecha de término de los 4 tanques.

	TEST PLANIFICADO		TEST REAL	
	INICIO	FIN	INICIO	FIN
Tanque percolador TF N°1	22/05/2015	28/05/2015	23/06/2015	28/05/2015
Tanque percolador TF N°2	03/06/2015	09/06/2015	03/06/2015	08/06/2015
Tanque percolador TF N°3	09/06/2015	15/06/2015	10/06/2015	14/06/2015
Tanque percolador TF N°4	18/06/2015	22/06/2015	18/06/2015	21/06/2015

Fuente y elaboración: propia datos sacados de estado de avance real 4 tanques, comparación de fecha de entrega de test final.

INTERPRETACION: Se realizó la aplicación del test de los cuatro tanques dentro de la fecha de planificación, nos encontramos en las fechas de entrega final cumpliendo con nuestra planificación de manera favorable.



5.11 CONCLUSIONES DE EJECUCION

Mediante la planificación se logra.

- Aportar una nítida visión global de cómo realizar la construcción mecánica y como utilizar eficazmente los recursos necesarios para la construcción.
- La organización se orienta al cumplimiento de resultados en tiempo establecido para generar prestigio.
- Pese a contrariedades de terceros en la construcción del montaje mecánico se realizan nuevas estrategias de trabajo crítico estas para lograr concluir en las fechas establecidas de entrega.
- Se concluye que es factible la planificación y gestión en un montaje mecánico para poder concluir de manera eficaz.

A continuación vemos una comparación en el tiempo de entrega.

Tabla 5-4: Comparación de fechas de entrega real con entrega VS fecha de término de los 4 tanques.

	FECHA DE ENTREGA REAL	FECHA DE ENTREGA CLIENTE	Días a favor
Tanque percolador TF N°1	28/05/2015	28/05/2015	0.00
Tanque percolador TF N°2	08/06/2015	09/06/2015	1.00
Tanque percolador TF N°3	14/06/2015	15/06/2015	1.00
Tanque percolador TF N°4	21/06/2015	22/06/2015	1.00

Fuente y elaboración: propia datos sacados de estado de avance real 4 tanques, comparación de fecha de entrega cliente

INTEPRETACION:

En este cuadro vemos la fecha de **ENTREGA REAL VS LA FECHA DE ENTREGA AL CLIENTE**, da una figura clara que en el montaje mecánico hemos cumplido con la entrega de manera eficiente de los cuatro tanques, con esto queda claro que la planificación y gestión empleada hemos obtenido resultados favorables.

5.12 FUNCIONAMIENTO DE TANQUES PERCOLADORES

5.12.1 FUNCIONAMIENTO DE LOS FILTROS PERCOLADORES

Principales parámetros operacionales en los sistemas de filtros percoladores.

Una vez que un filtro biológico percolador ha sido diseñado, las principales formas de control del funcionamiento que el operador puede ejercer sobre el sistema, giran en torno a la aplicación de las aguas residuales y/o recirculación de las mismas a la superficie del medio.

Distribución uniforme a través de la superficie del medio: En primer lugar, es esencial que el agua residual se distribuya de manera uniforme sobre toda la superficie del medio en la parte superior de la torre empacada con medio de hoja estructurada. Esto último significa que es conveniente mojar todo el medio de manera uniforme y con la misma tasa de agua residual por pie cuadrado por día. Para lograr este objetivo, el brazo de distribución debe descargar un mayor volumen de aguas residuales cerca de la periferia de la torre, de lo que descarga en el centro de la torre. En otras palabras, es conveniente poner el volumen idéntico de las aguas residuales a través de cada pie cuadrado de medio en la parte superior de la torre.

Considerando que los brazos del distribuidor giratorio están diseñados para lograr esta distribución. Una boquilla tapada, desalineada o faltante, pone en peligro este objetivo. El operador debe inspeccionar diariamente las boquillas y repararlas, desactive o cambie las boquillas según sea necesario. La orientación de las boquillas debe ajustarse de manera que las aguas residuales distribuidas alcancen todos los ámbitos del medio en el filtro hasta las paredes y la torre central.

Para tener en cuenta la tasa de aplicación general de las aguas residuales al filtro percolador, se calculara la "**tasa de humectación**" en el flujo total diario de aguas residuales

y de agua reciclada como gpm/ft^2 de área del filtro. Esta unidad de flujo dará una idea de cuál será la tasa de lavado de las aguas residuales sobre cualquier área de superficie del medio.

Los intervalos de porcentajes de humectación varían de $0,05 \text{ gpm/ft}^2$ para los filtros de roca hasta un máximo de 3 gpm/ft^2 para medio plástico tratando agua residual con alta concentración con alta tasa de recirculación, pero es más típicamente en el rango de $0,25$ a $1,5$ para los sistemas de remoción de DBO carbonoso y $0,75$ a 2 gpm/ft^2 para filtros percoladores con nitrificación.

Filtros percoladores con roca más antiguos operaban a tasas de $0,05$ - $0,2 \text{ gpm/ft}^2$ porque eran poco profundos y tenían grandes diámetros.

5.12.2 RECOMENDACIONES OPERACIONALES

La tasa de Distribución (funcionamiento normal): La tasa de distribución es la siguiente variable más importante que el operador puede controlar (dentro de ciertos límites). Los distribuidores giratorios en el modo de funcionamiento normal, por lo general giran a una velocidad de 1 revolución por $\frac{3}{4}$ a $1 \frac{1}{2}$ minutos y tienen dos o cuatro brazos. Esto significa que el medio recibe el flujo de aguas residuales en ráfagas de corta duración de sólo un segundo más o menos en la pared periférica y más tiempo hacia el centro del filtro. La industria ha desarrollado un término que caracteriza a la tasa de aplicación instantánea, basado en el trabajo que la industria de tratamiento de aguas residuales Alemana ha establecido. Este término es "SPUL Kraft" o tasa de SK que tiene las unidades en milímetros de agua por paso de los brazos del distribuidor.

En la operación normal (rotación continua por accionamiento hidráulico del distribuidor) para filtros con roca, la tasa de SK puede estar en el rango de $0,3$ - 5 mm por

pasada y en filtros más modernos, este porcentaje podrá variar de 5-30 mm por pasada. Tasas SK de hasta 400 mm / paso se utilizan a veces para el control del espesor de la bio-película.

Profundidad de penetración del filtro: Debido a que el medio del filtro en un filtro percolador es tridimensional, es importante asegurar que la tasa SK y la uniformidad de la distribución son suficientes para mantener la profundidad del medio húmedo y biológicamente activo. Esto es particularmente importante en el proceso de filtro percolador para nitrificación.

Si la tasa media de humectación es baja, el agua no puede penetrar en la profundidad del lecho filtrante de manera uniforme. Es posible que el agua fluya fuera de algunas áreas y deje zonas húmedas sin lavar que pueden actuar como incubadoras para las plagas como las moscas y los caracoles (en las torres de la nitrificación). Además, las poblaciones biológicas no continuamente mojadas y alimentadas por las aguas residuales perderán eficiencia, es decir, una parte de la torre del filtro no proporcionará el tratamiento adecuado al aumentar el flujo de influente. La biomasa semi-seca también puede descomponerse y crear problemas de olor.

A medida que la tasa media de humectación baja porque el flujo de influente es bajo, es fundamental el uso de reciclaje de aguas residuales tratadas con el fin de mantener todas las áreas y profundidad del filtro percolador biológicamente activo o inundado con aguas residuales y recircular el agua. Muchos filtros percoladores, están diseñados con cárcamos que a la vez recogen tanto las aguas residuales influentes y el agua tratada reciclada utilizando una bomba en común a una tasa fija para mantener una tasa de humectación constante del medio. Cuando el flujo de influente es bajo, la cantidad de reciclaje de aguas residuales tratadas aumenta

y automáticamente cuando el flujo de influente aumenta, la cantidad de reciclaje disminuye.

Hay que tener cuidado con el cárcamo común para influente/reciclaje y la bomba del sistema mediante el uso de deflectores para evitar cortocircuitos del agua residual influente a la tubería de descarga de efluente tratado.

Altos valores de SK Compensan en Algo las bajas tasas humectantes: Si la capacidad de reciclaje es mínimo y el operador tiene la capacidad de reducir la velocidad de rotación del distribuidor, es posible compensar un poco las bajas tasas de humectación utilizando valores más altos de SK. Valores más altos de SK proporcionarán la penetración más completa en la profundidad del filtro y así se mantendrá la mayor parte de la biomasa lavada con agua.

Tiempos de ciclo cortos de sequía entre lavados no será tan perjudicial para la biomasa como una privación generalizada de agua en los sacos del medio que son derivados por bajas tasas de humectación.

Efectos de recirculación: La recirculación del efluente tratado al filtro percolador tiene un efecto en el proceso de remoción de DBO. En efecto, la recirculación de líquidos que contengan valores bajos de DBO soluble se mezclaran y diluirán el influente a la entrada del filtro percolador. Dado que el proceso de eliminación de DBO es de primer orden (es decir, la tasa de remoción de DBO es afectada por la concentración inicial de la DBO). La ecuación modificada de Velz que utilizamos para el diseño de remoción de DBO se adapta a los efectos de dilución. En general a mayores tasas de recirculación (tasa de recirculación de flujo: caudal influente) mejor será la calidad del efluente por lo menos hasta el punto de que el tiempo de retención hidráulica en el lecho del filtro se vuelve muy corto.

Variaciones diurnas en el flujo de influente: variaciones diurnas en el flujo de influente a las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas son una realidad de la vida. Uno de los beneficios de un distribuidor hidráulico impulsado es que, cuando los flujos bajan, la tasa de rotación del distribuidor disminuye y el valor SK tiende a permanecer más constante a pesar de que la tasa media de humectación está disminuyendo.

Distribuidores motorizados permiten la aplicación de lavado SK ultra alta: En algunas operaciones del filtro percolador puede ser necesario eliminar el exceso de sólidos en el lecho filtrante, eliminar plagas depredadoras como los caracoles y filtrar las moscas o gusanos, o de otra manera, limpiar en gran medida al ras el medio plástico. En este último caso, a veces se argumenta que una biomasa más delgada es una biomasa más eficiente.

Nuestras recomendaciones son usar distribuidores motorizados cuando, durante el proceso de diseño, si se advierte que el filtro percolador recibirá tasas de carga orgánica superior a 75lbs de DBO / 1000 ft³/día. Si un filtro percolador está trabajando con una pesada carga orgánica podrá ser necesario lavarlo en forma rutinaria para eliminar el crecimiento lo más posible. En este caso, un temporizador se puede configurar para que controle la velocidad de distribución y aplicación de la fuerza de los valores SK ultra alta (200 a 300 mm H₂O) durante las horas de tratamiento fuera de horas pico. Este diluvio relativo enorme de agua a través de la torre puede servir para aflojar y desprender la biomasa que podría acumularse en el filtro y empezar a pudrirse causando problemas de olores. La recirculación del efluente clarificado en lugar de influente se recomienda durante estas actividades de lavado, ya que reducirá los beneficios de la descarga para recircular los sólidos.

Ventilación del filtro percolador: Después de la distribución de las aguas residuales, el aspecto más importante de la operación del filtro percolador es la ventilación. Las operaciones del filtro percolador normalmente implican procesos biológicos aeróbicos y por

lo tanto el operador debe asegurarse que dentro de los límites de los equipos disponibles en la PTAR, que a la biomasa del filtro percolador no le falte oxígeno.

a. Tiro Natural - Normalmente, las torres de un filtro percolador tienen disposiciones para la ventilación de tiro natural a través del filtro. La acción de ventilación depende de la densidad relativa del aire dentro del filtro y la densidad del aire fuera del filtro, por lo general la ventilación será hacia abajo del filtro durante el verano y hacia arriba del filtro en el invierno.

b. Estancamiento - Cuando la diferencia de temperatura entre el agua en la torre y el aire exterior es sólo de varios grados Fahrenheit, puede ocurrir estancamiento en las torres del filtro percolador. El operador debe tener en cuenta que durante los meses de otoño y primavera, especialmente en climas más fríos, la dirección del viento probablemente va a cambiar por lo menos dos veces al día y algunas veces más, De hecho, la torre puede estar estancada por la mañana y por la tarde varias horas todos los días y algunas veces durante el día si un frente cálido o frío llega a través de la zona.

c. Otros factores que influyen en la Ventilación - A veces, otros factores afectan el proceso de ventilación: Estos incluyen los efectos del viento, tanto en la parte inferior y superior de la torre. En la parte superior hay por lo general algunos flancos libres para ayudar a disminuir el impacto del viento. En la parte inferior de la torre a veces hay rejillas de ventilación para permitir el control de los efectos del viento y reducir la ventilación si es necesario para bajar el enfriamiento lento del agua durante la operación de invierno, si la ventilación es demasiado fuerte. La caída de presión a través de las entradas/salidas de aire de la torre y el tamaño (altura) del pleno por debajo del medio, puede afectar las tasas de flujo de ventilación.

d. Ventilación de tiro forzado - En algunas torres el sistema de ventilación por tiro forzado está disponible. Esto último es particularmente beneficioso en las torres que operan a elevada carga orgánica. La opción de tiro forzado podrá ser utilizada sólo cuando la torre parece estar estancada. Esto puede ser señalado por el agotamiento del oxígeno en el flujo de efluente, una caída en la concentración de oxígeno en el cuerpo de la cama del medio o por problemas de olor señalado en la base de la torre o en la parte superior de la torre.

El operador debe trabajar para entender los patrones de ventilación de su torre en particular (s) y si el sistema de ventilación forzada está disponible, hacer uso de ella en los momentos críticos del año para evitar el deterioro en el rendimiento del filtro percolador.

Bajo ciertas circunstancias puede ser posible determinar las tasas reales de ventilación mediante el uso de anemómetros en las ventanas. También es posible calcular una tasa requerida de ventilación.

Nuestra tasa calculada de ventilación se basa en:

- Las libras por día de oxígeno que debe ser removido por día para proporcionar la calidad necesaria de efluente (DBO y amoníaco).
- La tasa de flujo de aire a través de la torre que debe ser obtenido para suministrar el oxígeno necesario a las condiciones de funcionamiento de la torre (altitud, temperatura del agua y temperatura del aire alrededor de la torre, todo en el contexto de no agotar el oxígeno del aire por debajo de 15-16%.
- Las torres de nitrificación son particularmente sensibles al mantenimiento de altos niveles de oxígeno disuelto en la fase de agua en el filtro percolador, se reconoce generalmente que las bacterias nitrificantes se vuelven menos eficientes por debajo de 2.3 ppm de O.D.

5.12.3 PUESTA EN MARCHA Y PARO DE FILTROS PERCOLADORES

Puesta en marcha de filtros percoladores- La puesta en marcha de un filtro percolador para tratar agua residual doméstica es generalmente simple. Después de que todo el equipo mecánico ha sido verificado de acuerdo con las recomendaciones del fabricante; iniciar el flujo de alimentación de aguas residuales hacia el filtro en la tasa más baja posible, manteniendo al mismo tiempo lo más alta posible la tasa de recirculación.

El efluente inicial puede no ser adecuado para ser descargado, pero debe mejorar rápidamente, más o menos después de la primera semana. Se recomienda recircular el efluente a otras unidades operativas para evitar violaciones de descarga.

Después de 48 horas, duplique el flujo de agua residual al filtro y mantenga una alta tasa de reciclaje. A las 96 horas llevar el caudal de influente a flujo total y reducir el reciclaje para proporcionar una tasa de humectación apropiada para el filtro o ponga la bomba de reciclaje en control automático si está disponible (mantiene una tasa de humectación constante a través de las variaciones diurnas).

Paro de filtros percoladores-Un procedimiento de paro es necesario para evitar posible generación de malos olores, acumulación de biomasa seca que puede obstruir el filtro cuando se vuelve a arrancar y para proteger el medio de los extremos de calor o frío. Utilice el distribuidor mecánico a la menor velocidad recomendada por el fabricante durante un período prolongado de tiempo para limpiar la biomasa del medio. La descarga de agua puede ser tratada con cloro para limpiar el medio y matar a la biomasa. Recircular el agua tratada con cloro hasta que el cloro residual es seguro para descargar.

FILTROS CON DOMO: Monitorear el estado del medio y la temperatura en el domo al menos una vez por turno para evitar la acumulación de calor o de gas amoníaco de la

descomposición de toda la biomasa restante. Continuar operando la ventilación y los ventiladores para control de olores y que se enfríe el espacio abovedado para eliminar los gases acumulados.

5.12.4 MANTENIMIENTO MECÁNICO DE FILTROS PERCOLADORES

El corazón de la operación del filtro percolador es en la distribución de las aguas residuales en el medio según lo discutido previamente. El mecanismo de brazo distribuidor por lo tanto debe funcionar correctamente y las bombas que alimentan el sistema de distribución son fundamentales.

Los procesos para tratamiento de lodos de los clarificadores primarios y secundarios son fundamentales para el mantenimiento del máximo rendimiento de cualquier sistema biológico.

Por último, mantenga la superficie del medio de filtro percolador limpia, los inyectores y el distribuidor libres de residuos con una inspección diaria y límpielos si es necesario.

CONCLUSIONES

PRIMERA

Se presenta la planificación y gestión del sistema de montaje mecánico de tanques percoladores, siendo factible que al aplicar esta, se entregue dentro del tiempo establecido con el cliente Sociedad minera Cerro Verde.

Se caracterizó y evaluó la realización de la planificación y gestión del sistema de montaje mecánico de tanque percoladores utilizando estudios de tiempo basados en el avance propuesto comparándolo con los reales, culminando el montaje mecánico de los tanques percoladores dentro de la fecha pronosticada.

SEGUNDA

Se describe los procedimientos componentes y directrices para el correcto montaje mecánico de los tanques percoladores para así poder presentar el planeamiento a gestión y ejecutar durante la investigación.

TERCERA

Se concluye con el diagnóstico inicial, la importancia del montaje mecánico de los tanques percoladores que se encargan de realizar el tratamiento biológico de aguas dentro de la planta de tratamiento de aguas residuales, que abastecerá de agua tratada a la ciudad de Arequipa y a la Sociedad minera Cerro Verde.

RECOMENDACIONES

PRMERA

Siendo los tanques percoladores un proceso importante en la planta de tratamiento de aguas residuales se recomienda luego de llevar a cabo el montaje mecánico tomar en cuenta la planificación y gestión del sistema de montaje mecánico para la realización de un correcto mantenimiento de componentes y estructura.

SEGUNDA

Se recomienda seguir con la correcta documentación propuesta para así tener evaluaciones futuras con mayor efectividad.

TERCERA

Se recomienda profundizar con las herramientas utilizadas en las estrategias de montaje para tener una mejora continua en el desarrollo de un montaje mecánico posterior.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA.

DIARIOCORREO. (s.f.). Obtenido de <http://diariocorreio.pe>

Dominguez, P. R. (2006). GESTION.

E., M. (1985). TRATAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES. Madrid: Ed. Labor.

Homburgas, D. J.-A. (1992). COMO HACER QUE SU EMPRESA SEA COMPETITIVA. Madrid España : Diaz de Santoz S.A.

L., R. (s.f.). fluidos.eia. Obtenido de TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES: <http://fluidos.eia.edu.co>

M., S. (1994). AGUAS RESIDUALES URBANAS. En S. M., Aguas residuales urbanas (pág. 105). Madrid.

METAL CALCULO. (s.f.). Obtenido de METAL CALCULO: www.metalcatual.com

Ortega, E. (2008). MONTAJE Y MANTENIMIENTO MECANICO.

PBWORKS. (s.f.). Obtenido de pbworks.com: WWW.pbworks.com

Pearson, E. (2000). ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS - SEGUNDA EDICION . Pearson education .

SKANSKA. (s.f.). Obtenido de skanska.com: <http://www.la.skanska.com>

Vitoria, J. R. (2013). ORGANIZACION Y MONTAJE MECANICO . S.A. Ediciones Paraninfo .